



ArcheoSciences
Revue d'archéométrie

35 | 2011
Varia / International ArBoCo Workshop

Stratégies de prélèvement et de mise en œuvre de la « terre à bâtir » des structures de combustion néolithiques du site de Dikili Tash (Grèce) à partir d'une étude micromorphologique

Sampling Strategies and their Application to Neolithic "Earth Construction" Combustion Structures at the Dikili Tash Site (Greece) based on a Micromorphological Study

Cécile Germain-Vallée, Sandra Prévost-Dermarkar et Laurent Lespez



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/archeosciences/2921>
DOI : 10.4000/archeosciences.2921
ISBN : 978-2-7535-1849-0
ISSN : 2104-3728

Éditeur

Presses universitaires de Rennes

Édition imprimée

Date de publication : 30 avril 2011
Pagination : 41-63
ISBN : 978-2-7535-1847-6
ISSN : 1960-1360

Référence électronique

Cécile Germain-Vallée, Sandra Prévost-Dermarkar et Laurent Lespez, « Stratégies de prélèvement et de mise en œuvre de la « terre à bâtir » des structures de combustion néolithiques du site de Dikili Tash (Grèce) à partir d'une étude micromorphologique », *ArcheoSciences* [En ligne], 35 | 2011, mis en ligne le 30 avril 2013, consulté le 01 mars 2022. URL : <http://journals.openedition.org/archeosciences/2921> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/archeosciences.2921>

Stratégies de prélèvement et de mise en œuvre de la « terre à bâtir » des structures de combustion néolithiques du site de Dikili Tash (Grèce) à partir d'une étude micromorphologique

*Sampling Strategies and their Application to Neolithic "Earth Construction"
Combustion Structures at the Dikili Tash Site (Greece) based
on a Micromorphological Study*

Cécile GERMAIN-VALLÉE*, Sandra PRÉVOST-DERMARKAR** et Laurent LESPEZ***

Résumé : La terre crue ou « terre à bâtir » constitue le matériau de construction le plus utilisé par les sociétés égéennes pendant le Néolithique (du VII^e au V^e millénaire av. J.-C.). L'objectif de cet article est de mettre en lumière les stratégies d'exploitation des ressources naturelles et les techniques mises en œuvre par ces sociétés protohistoriques dans la construction des structures de combustion, vestiges particulièrement bien conservés (grâce à l'action du feu) sur le site de Dikili Tash (Macédoine orientale grecque). Les méthodes de recherche ont consisté à combiner des observations macroscopiques à une étude micromorphologique de fragments archéologiques et expérimentaux. Dans un premier temps, cette étude a permis de caractériser la pétrographie des sédiments employés et de déterminer leur provenance en les comparant aux résultats de l'étude géomorphologique des formations superficielles environnant le site. Dans un second temps, ces méthodes analytiques ont permis la caractérisation précise des matériaux élaborés qui sont révélateurs des choix techniques réalisés pour la fabrication et la mise en œuvre des structures de combustion. Cette recherche met ainsi en évidence la complexité mais également une certaine standardisation des processus de production des structures de combustion en contexte domestique dès le Néolithique.

Abstract: *Earth or "construction earth", which is a compound of earth, water and temper, is the most common building material used by Aegean societies during the Neolithic (7th-5th millennium B.C.). The aim of this paper is to highlight acquisition strategies for natural resources and the technical skills used by these protohistoric societies to build combustion structures, such as those particularly well preserved (due to the action of fire) on the site of Dikili Tash (Eastern Macedonia – Greece). Research methods consisted in combining macroscopic observations with a micromorphological study of archaeological and experimentally obtained fragments. First of all, petrographic characterization of the sediments used was carried out; by comparing this to the results of the geomorphological study of the superficial formations around the site, their source was localized. Following this, the analytical methods used resulted in the precise characterization of the transformed materials revealing technical choices related to the construction of the combustion structures. Thus, this research shows the complexity but also a certain degree of standardization in the combustion structure building process within a domestic context, as early as the Neolithic period.*

Mots clé : Grèce, micromorphologie, Néolithique, structures de combustion, terre à bâtir.

Keywords: *Greece, micromorphology, Neolithic, combustion structures, construction earth.*

* Service Archéologie du Conseil général du Calvados – 36 rue Fred-Scamaroni 14000 Caen, (ce.germain@cg14.fr)

** UMR 7041-Archéologies et Sciences de l'Antiquité CNRS-Université de Paris I-Université de Paris X-MAE – 21 allée de l'Université, 92023 Nanterre Cedex. (sandra.prevast@laposte.net)

*** Laboratoire Geophen-UMR LETG 6554 CNRS-Université de Caen-Basse Normandie, Esplanade de la Paix, BP 5186, 14032 Caen cedex. (laurent.lespez@unicaen.fr)

1. INTRODUCTION

La recherche présentée ici¹ porte sur le matériau de construction le plus communément utilisé par les sociétés égéennes pendant la période néolithique (du VI^e au V^e millénaire av. J.-C) : la terre crue, appelée aussi « terre à bâtir² ». Elle s'appuie sur l'étude des vestiges des structures de combustion domestiques particulièrement bien conservés *in situ* du tell de Dikili Tash situé en Macédoine orientale (Grèce) (fig. 1). Ce site préhistorique, localisé dans la partie sud-est de la plaine de Drama, se trouve à la charnière de trois unités morpho-pédologiques différentes : les monts de Lékani (constitués principalement de marbres) qui appartiennent au socle métamorphique du Rhodope, les cônes de déjection de piémont qui ourlent leurs bases et la dépression marécageuse de Philippos qui dessine une apophyse sous la forme d'un petit vallon humide arrivant jusqu'au pied du tell (Lespez, *et al.*, 2001 ; Lespez, 2008 ; fig. 2). Le site de Dikili Tash se présente sous la forme d'un tell haut de 16 mètres, constitué d'une superposition de couches d'occupation humaine détruites par des incendies. Il est l'un des plus grands des Balkans et l'un des rares où l'on peut suivre l'évolution des civilisations du VI^e à la fin du II^e millénaire avant J.-C. Identifié au début du XX^e siècle, il fait l'objet de fouilles systématiques depuis 1961 dans le cadre d'une collaboration entre l'École française d'Athènes et la Société archéologique d'Athènes avec le concours du ministère français des Affaires étrangères. Lors du deuxième programme de fouille³, les recherches de l'équipe française ont porté essentiellement sur le secteur V, situé à mi-pente du tell, sur une surface d'environ 150 m² ainsi que dans le secteur I déjà fouillé en 1972 (Treuil, 1992) (fig. 3). Elles ont mis au jour des vestiges d'habitations relativement bien conservés, permettant de reconstituer en partie les plans de pièces d'habitat avec leurs structures de combustion (Treuil, 1997). Le matériel utilisé pour l'étude présentée ici est issu de ces couches et appartient à la phase Dikili Tash I datée du début du Néolithique Récent, soit entre 5500 ans et 4500 ans av. J.-C par C¹⁴ et par luminescence (TL et OSL *in* Roque C. *et al.*, 2002).

1. Elle a été menée dans le cadre de l'Action Concertée Incitative Prosodie (Programme de soutien dans l'innovation et l'excellence) du ministère délégué à la recherche 2004-2008, coordonnée par P. Darque et intitulée « La terre et le feu dans le monde égéen protohistorique ».

2. Ce terme désigne un mélange de terre plus ou moins argileuse, d'eau, de dégraissants d'origine végétale, minérale ou animale, employé comme matériau pour réaliser des briques, du pisé ou du torchis.

3. Le premier programme, dirigé par J. Deshayes et D. Théocharis, s'est déroulé de 1961 à 1975 tandis que le second programme, sous la direction de R. Treuil et de C. Koukouli-Chryssanthaki, a été mené entre 1986 et 2000 (Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 1996, p. 681-704).

L'objectif de cette recherche était de mettre en lumière les stratégies d'exploitation des ressources naturelles et les techniques de mise en oeuvre de la terre à bâtir employées par les Néolithiques dans la construction de leurs structures de combustion. Plus précisément, il s'agissait d'approfondir les connaissances déjà obtenues sur la nature des matières premières et les techniques de préparation à partir d'observations macroscopiques, d'enquêtes ethnographiques et d'expérimentations (Prévost-Dermarcar, 2003) en développant des investigations micromorphologiques nouvelles. La méthode de recherche a donc consisté à combiner les observations macroscopiques et une étude micromorphologique de fragments archéologiques, expérimentaux et de formations naturelles situées dans l'environnement immédiat du site, afin d'en déduire la chaîne opératoire complète depuis le choix de la terre jusqu'à l'aménagement des structures.

2. MÉTHODES ET DÉMARCHÉ

Dans la recherche actuelle, l'analyse micromorphologique des matériaux en terre à bâtir est de plus en plus utilisée pour identifier les sources d'approvisionnement en terres et les ajouts volontaires de constituants minéraux et/ou organiques (Cammass et Watzte, 1999, Hourani, 2003). Elle s'attache alors à reconnaître les composants minéraux et à discriminer les caractères micromorphologiques anthropiques de ceux hérités des matériaux sédimentaires parentaux. Cette analyse est confrontée à l'étude des pédosédiments situés à l'extérieur du site archéologique qui a pour objectif de détecter les évolutions morpho-pédologiques postérieures à la période étudiée (troncature, recouvrement, lessivage, décarbonatation, recarbonatation...) et de retrouver les sols contemporains de l'habitat. La méthode analytique choisie permet d'évaluer qualitativement le degré d'homogénéisation des constituants et de structuration des sédiments, informant sur le soin apporté au malaxage, sur l'état d'humidité de la terre à bâtir ou encore sur les contraintes mécaniques subies (Courty *et al.*, 1989 ; Cammass, 2003 ; Watzte, 2003 ; Hourani, 2003 ; Duvernay, 2003). Les résultats des analyses micromorphologiques sont ensuite confrontés aux techniques de construction en terre crue, encore pratiquées aujourd'hui (Houben et Guillaud, 1989 ; Lebas *et al.*, 2007). Cette confrontation se révèle indispensable pour interpréter les modes d'aménagement des structures archéologiques. En effet, elle permet de discuter du comportement de la terre en fonction de sa composition, de comprendre le rôle des ajouts de dégraissant ou encore d'avancer certaines hypothèses quant aux techniques de préparation de la terre par les Néolithiques. Elle s'avère ainsi complémentaire de la com-



Figure 1 : Dikili Tash : carte de situation du site.
 Figure1 : Dikili Tash : map of site's location.

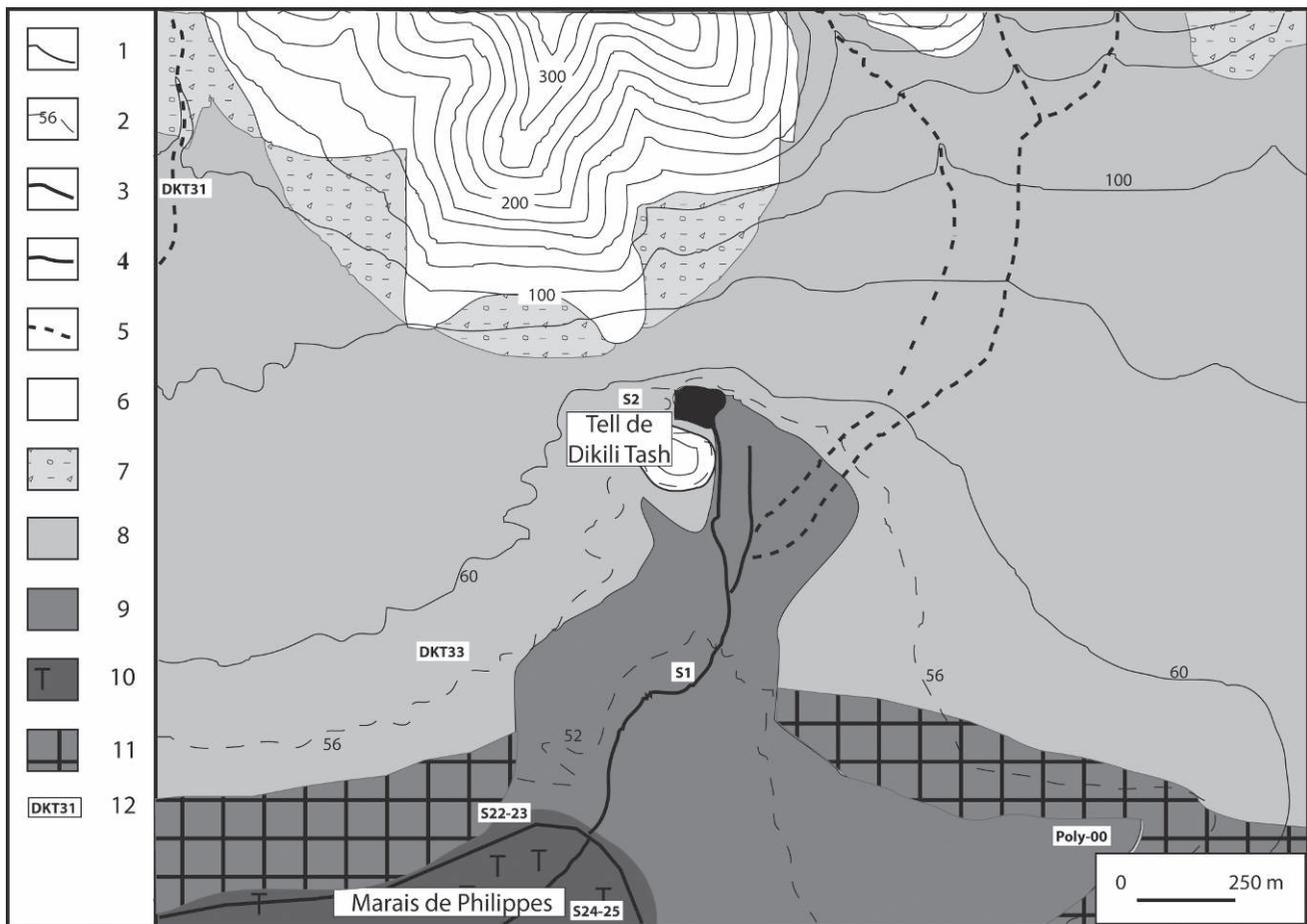


Figure 2 : L'environnement morpho-pédologique aux alentours du tell de Dikili Tash. 1. Courbes de niveau (eq. 20 m); 2. Courbes de niveau intermédiaires (eq. 4 m); 3. Canaux d'assèchement du marais de Ténaghi-Philippon; 4. Ecoulements pérennes; 5. Ecoulements temporaires; 6. Sols peu épais carbonatés développés principalement sur les marbres (lithosols, rendosols); 7. Sols caillouteux développés sur les parties apicales des cônes détritiques du pléistocène (peyrosols); 8. Sols bruns rubéfiés (fersiasols); 9. Sols alluviaux hydromorphes et organiques (fluviosols histiques); 10. Sols tourbeux (histosols); 11. Sols ayant pu connaître une évolution verticale; 12. Localisation des échantillons de sols et de formations superficielles analysées

Figure 2: Morpho-pedologic environment around the Site of Dikili Tash. 1. Contour line (eq. 20 m); 2. Intermediate contour line (eq. 4 m); 3. Drainage trench of the Ténaghi-Philippon marsh; 4. Perennial stream; 5. Intermittent stream; 6. Thin carbonated soils developed on marbles; 7. Stony soils developed on the apical section of the Pleistocene alluvial fans; 8. Rubefied brown soils; 9. Hydromorphic and organic alluvial soils; 10. Peaty soils; 11. Soils with a probable vertic evolution; 12. Location of samples of soils

paraison effectuée entre les résultats de l'analyse du matériel archéologique et ceux du matériel expérimental.

La démarche de recherche a été articulée en trois étapes. (1) Dans un premier temps, les structures archéologiques et expérimentales retenues pour l'étude ont été échantillonnées par prélèvements de fragments importants décrits macroscopiquement, ainsi que les différents types de sols environnants l'habitat soit lors d'ouverture de fosses pédologiques, soit par technique de carottage. (2) Dans un second temps, pour réaliser les observations micromorphologiques, les échantillons ont été montés en lames minces de grand for-

mat (7 x 13 cm) selon une méthode adaptée de P. Guilloché (1980). La description sous microscope polarisant s'est ensuite basée sur la terminologie proposée par P. Bullock et al. (1985), adaptée aux sédiments archéologiques par M.-A. Courty et N. Fedoroff (1992). Les chartes d'abondance de ces deux ouvrages, ont été utilisées pour estimer les proportions des différents constituants. (3) Enfin, dans un troisième temps, l'identification de la pétrographie et des traits pédologiques des lames minces de terre à bâtir et de sédiments naturels ainsi obtenues ont été comparées entre elles afin de déterminer la provenance des matières pre-

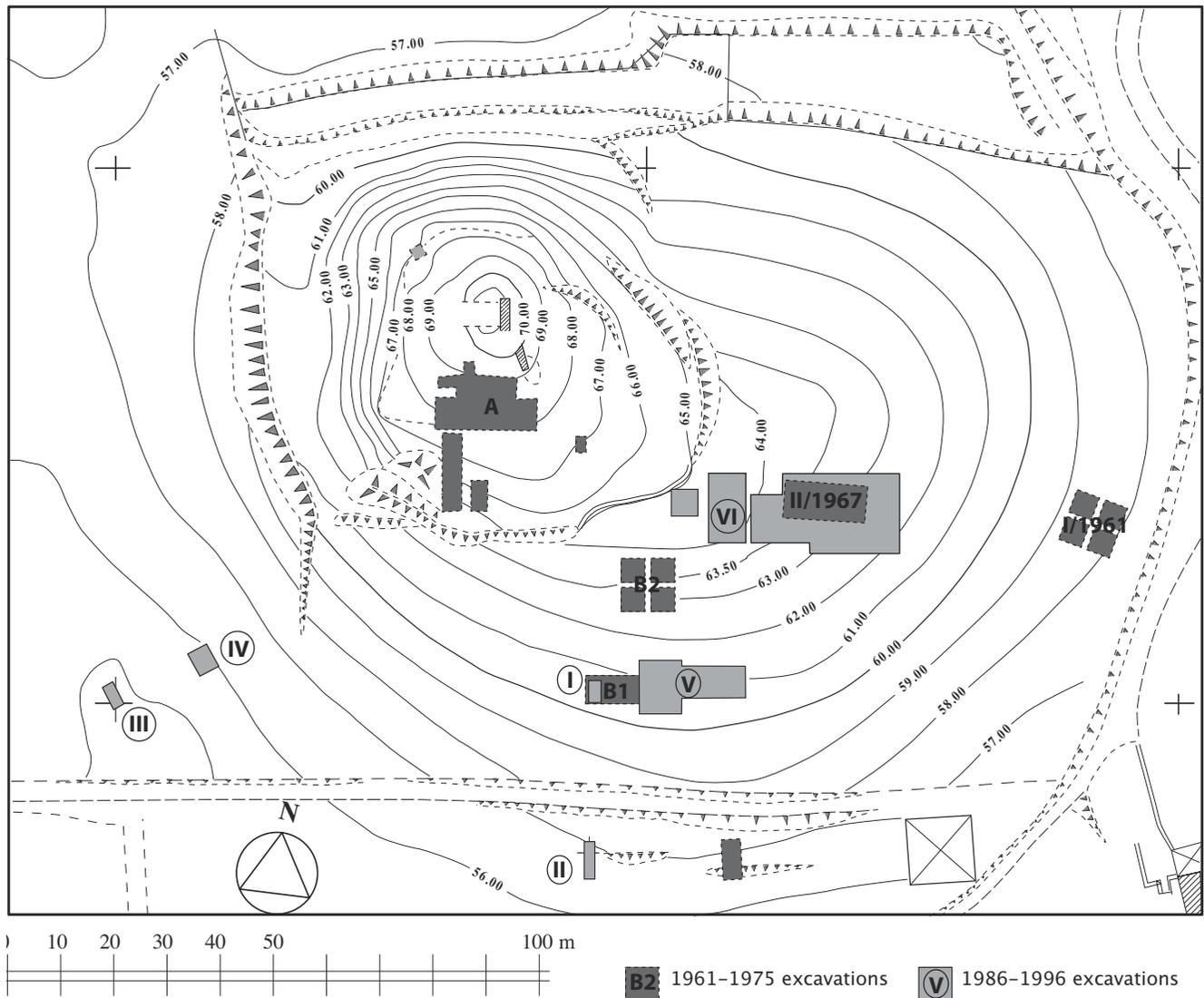


Figure 3 : Dikili Tash : plan topographique du site.
 Figure 3: Dikili Tash: topographic plan of the site.

mières. La caractérisation précise de l'organisation interne des constituants de la terre à bâtir archéologique confrontée aux connaissances des architectes bâtisseurs en terre crue et aux échantillons issus de l'expérimentation, ont enfin permis de discuter des choix techniques effectués par les Néolithiques pour la construction de leurs structures de combustion.

3. LE MATÉRIEL ÉTUDIÉ

Le corpus archéologique analysé : les fours et les foyers

Les structures analysées dans le cadre de cette étude ont été choisies du fait de leur bon état de conservation donnant une fonction générale bien assurée du type *structure de combustion* (fig. 4). Les fours appartiennent tous à la catégorie des *fours domestiques simples*, c'est-à-dire qu'un même espace clos sert à la fois de chambre de combustion et de cuisson (Prévost-Dermarkar, 2002; Papadopoulou et Prévost-



Figure 4 : Dikili Tash : le four 600 vers le sud-ouest (photo P. Darcque).

Figure 4: Dikili Tash: oven 600, view to the south-west (photo P. Darcque).

Dermarkar, 2007). Cet espace s'appuie sur un soubassement recouvert d'une sole, elle-même surmontée par une voûte en berceau avec une ouverture sur le petit côté. La sole se prolonge parfois à l'avant par une plage aménagée. Seule la présence de fragments de voûte tombés en grande quantité sur la sole ou bien encore en place en élévation a permis de distinguer les fours des foyers⁴. En effet, ces derniers sont tous de *type à plat*, donc construits avec les mêmes soubassements en pierres et les mêmes soles en terre à bâtir que les fours (Prévost-Dermarkar, 2002; Molist, 1986) (tableau 1).

Pour chaque structure de combustion identifiée, un fragment de sole a été prélevé⁵. Pour le four 400, deux couches de hourdage⁶ ont aussi été prélevées. Quant aux fragments de voûte, ils ont été échantillonnés en coupant sur toute la hauteur et dans toute l'épaisseur de la paroi la mieux

4. Seuls deux fours du secteur V présentaient des parties de voûte bien conservées en place et ont donc pu faire l'objet d'un échantillonnage; quant au four du secteur I, la voûte visible dans la coupe du sondage n'est malheureusement plus accessible aujourd'hui.

5. Les 10 structures de combustion reconnues en place dans les secteurs V et I du site de Dikili Tash ont toutes été échantillonnées et analysées. Récemment, 7 autres structures identifiées dans le secteur VI du même site sont en cours d'analyse ainsi que 9 structures d'un autre site néolithique de la même région (Kryonéri) permettant de compléter nos conclusions.

6. Hourdage : terme désignant une couche de terre à bâtir utilisée comme soubassement de la sole.

conservée, soit au fond du four et à l'angle de l'ouverture. Compte tenu de la nature friable du matériau semi-cuit, en particulier celui des voûtes, les échantillons ont été prélevés avec précaution et aussitôt emballés dans du scotch très serré afin de les maintenir dans leur forme d'origine. Les blocs ainsi obtenus ont été ensuite orientés : la face supérieure des fragments de sole a été marquée ainsi que la face extérieure des fragments de voûte, puis le haut et la base de chaque échantillon. Au total, ce sont 11 fragments de soles de four ou de foyer, 2 fragments de hourdage de sole et 3 fragments de voûte de four issus de structures archéologiques qui ont ainsi fait l'objet d'une analyse en lame mince.

Le matériel expérimental analysé

À partir des données analytiques nées des observations archéologiques effectuées pendant et après la fouille, une série d'expérimentations a été réalisée⁷. Elle avait pour objectif de valider ou de faire évoluer certaines hypothèses concernant les différents paramètres de mise en œuvre de la terre à bâtir (De Beaune, 2000) : le type de matériau utilisé et sa provenance, les modes de façonnage et de mise en place, la forme, le fonctionnement et l'utilisation de la structure⁸.

Les expérimentations ont été réalisées avant l'étude micromorphologique des fragments archéologiques. C'est pourquoi le choix des matériaux utilisés et les techniques de construction suivies pour la réalisation des expérimentations n'ont été fondés que sur les observations macroscopiques réalisées sur une grande quantité de fragments archéologiques. À cette échelle d'analyse, les observations ont montré que la nature des dégraissants qui entre dans la composition de la terre à bâtir était spécifique à chaque partie de la structure. Ainsi dans la pâte des soles, il s'agit uniquement de dégraissant minéraux (sables de quartz et de micas fins à grossiers et graviers); dans celles des voûtes, il s'agit d'une grande quantité de dégraissants végétaux, identifiés par leurs empreintes laissées dans la pâte et correspondant à l'enveloppe des céréales, c'est-à-dire la balle (Prévost-Dermarkar, 2003). Par ailleurs, l'aspect très compact des fragments et les empreintes fines et longues de quelques centimètres visibles sur certaines soles archéologiques dessinant à la surface un tracé circulaire (fig. 5), évoquent un étalement et un lissage de la pâte à l'aide d'un outil ou avec les doigts. Concernant le montage des voûtes, une technique de superposition de

7. Dans certains cas, elles ont aussi été guidées par des données ethnographiques recueillies en Macédoine occidentale (Prévost-Dermarkar, 2003).

8. Les expérimentations ont été prolongées par la mise en fonctionnement des structures expérimentales, dont les températures de chauffe et leurs impacts sur chaque partie de la construction ont été mesurés.

N° structure	400	600	614	645	639	642	851	828	800	801
N° échantillons	10 : hourdage 11 : hourdage 19 : sole	17 : voûte 86 : voûte 18 : sole	15 : sole 16 : voûte	8 : sole	20 : sole	9 : sole	14 : sole	84 : sole	12 : sole 85 : sole	13 : sole
Identification	Four	Four	Four	Foyer	Four ou foyer	Four ou foyer	Foyer	Foyer	Four ou foyer	Four ou foyer
Datation	Début NR*	Début NR*	Début NR*	Début NR*	Début NR*	Début NR*	Début NR*	Début NR*	Début NR*	Début NR*
Localisation stratigraphique	Banquette Nord du secteur I	Niveau V/ Ouest/3 Secteur V	Niveau V/ Ouest/1 Secteur V	Niveau V/ Ouest/3 Secteur V	Niveau V/ Ouest Secteur V	Niveau V/ Ouest Secteur V	Niveau V/ Est/3 Secteur V	Niveau V/ Est/3 Secteur V	Partie Est Secteur V	Partie Est Secteur V
Plan	?	Ovale	Ovale	Ovale	?	?	?	?	?	?
Dimensions (m)	?	1,50x1,00m (avec plage avant de 40 cm)	1,20x1,10m (sans plage avant conservée)	?	?	2,00 m de long conservés	?	?	?	?
Position par rapport au sol de l'habitat et/ou à l'habitat	?	Au même niveau. Dans une pièce de maison.	Au même niveau. Dans une pièce de maison.	Au même niveau. Dans une pièce de maison.	?	?	Surélevé. Extérieur de l'habitat.	Surélevé. Extérieur de l'habitat.	?	?
Composition du soubassement	TàB + petites pierres. Réfection = hourdage de TàB.	Couche de pierres.	3 couches successives de pierres de tailles différentes.		Couche de pierres.	Couche de pierres.	Couche de pierres.	Couche de pierres.		Couche de pierres.
Composition de la sole	TàB+ DM	TàB+ DM	TàB+ DM	TàB+ DM	TàB+ DM	TàB+ DM	TàB+ DM	TàB+ DM	TàB+ DM	TàB+ DM
Composition de la voûte	TàB+DV Visible dans la banquette du secteur. Non étudiée.	TàB+ DV Conservée sur 30 cm de hauteur.	TàB+ DV Conservée sur 30 cm de hauteur.							

TàB : Terre à bâtir ; DM : Dégraissants minéraux ; DV : Dégraissants végétaux

Tableau 1 : Dikili Tash : tableau descriptif synthétique des structures archéologiques échantillonnées.

Table 1: Dikili Tash: synthetic descriptive chart of sampled archaeological structures.



Figure 5 : Dikili Tash : fragment de la sole du four 614 avec traces de lissage (photo S. Prévost-Dermarkar).

Figure 5 : Dikili Tash: fragment of the oven 614 floor with smoothed prints (photo S. Prévost-Dermarkar).

colombins de terre à bâtir, donc sans usage d'armature en bois comme support, a été mise en évidence par l'observation de sillons horizontaux montrant un empilement de couches de section triangulaire, comparable à la technique de collage par emboîtement bien connue pour la production de la céramique néolithique (H. Balfet et *al.*, 1989). En revanche, pour les angles à l'ouverture du four, une simple agglomération successive de couches de terre à bâtir sans façonnage préalable de colombins a été utilisée.

Bien que tous ces résultats s'appuient sur l'ensemble du corpus archéologique analysé, la structure archéologique 600 (tableau 1), particulièrement bien conservée, a été privilégiée pour servir de modèle à la construction d'un four expérimental. Sa construction a débuté par l'aménagement du soubassement dans une fosse comblée de cailloux, entouré sur sa bordure de plusieurs rangées de colombins superposés, dessinant le plan ovale du four. Puis, une sole de terre à bâtir a été installée sur une épaisseur de 3 cm environ, tout en la faisant remonter contre la paroi, comme cela a été observé

sur la structure archéologique. Son lissage et sa compression ont été effectués à l'aide d'un gros galet régulièrement humidifié, suivant des mouvements circulaires. Pour former la voûte, les colombins empilés successivement en partant toujours du fond du four ont été inclinés progressivement vers l'intérieur. Enfin, l'ensemble a été lissé en passant les mains humides simultanément sur les faces internes et externes de la paroi renforçant ainsi la cohésion de la voûte et façonnant son profil (Prévost-Dermarkar, 2003) (fig. 6).



Figure 6 : Dikili Tash : four expérimental en cours de chauffe (photo S. Prévost-Dermarkar).

Figure 6 : Dikili Tash: experimental oven warming (photo S. Prévost-Dermarkar).

L'échelle macroscopique ne permettant d'identifier l'origine des sédiments fins utilisés dans la construction des soles ou des voûte archéologiques, il a été décidé d'utiliser la terre du tell pour réaliser ces expérimentations en y incorporant les dégraissants reconnus. Pour confectionner la sole expérimentale, le mélange utilisé a donc été composé de terre du tell tamisée et de sable ajouté. Après avoir été tout d'abord travaillé à sec à la main, puis aux pieds, l'eau a été progressivement ajoutée jusqu'à l'obtention d'une préparation suffisamment souple pour être étalée. Le mélange préalable à sec a permis de donner une plus grande homogénéité à la pâte et faciliter le malaxage. Pour façonner les colombins de terre à bâtir destinés à la voûte expérimentale (de 20 cm de long sur 10 cm d'épaisseur chacun), le mélange a été réalisé à partir de la même terre du tell tamisée, de balle d'amidonner de fraction grossière (car produite par des procédés modernes)⁹ et d'eau. La proportion de dégraissant

9. Des expérimentations sur les fractions de déchets de décorticage ont été réalisées par S. Martinez et H. Procopiou en 2001. Elles ont montré la nécessité d'utiliser des céréales vêtues décortiquées à sec dans un mortier,

végétal incorporé dans les fragments archéologiques a pu être évaluée à environ 56 % du mélange par l'utilisation d'un référentiel mis au point par méthode expérimentale¹⁰. Cependant pour le modelage des colombins expérimentaux, cette proportion a rarement été atteinte car elle gênait le travail d'homogénéisation de la pâte, d'adhérence lors de la mise en place des niveaux de colombins et de lissage des surfaces. Ces constatations ont d'emblée posé la question du choix des matériaux utilisés et de leur préparation (en particulier du dégraissant végétal) pour la construction des structures expérimentales.

Afin de comparer de manière microscopique les échantillons archéologiques et expérimentaux, quatre échantillons de cette structure expérimentale ont fait l'objet d'analyses micromorphologiques : deux fragments de soles et deux fragments de la voûte, correspondant aux deux unités principales constitutives d'un four domestique.

Les sols et formations superficielles analysées

L'acquisition des données sur les sols et les formations superficielles disponibles pour la construction en terre crue repose sur une connaissance approfondie de l'environnement du site (Lespez *et al.*, 2001 ; Lespez, 2008a ; Lespez, sous-pressé) et du postulat de départ que les hommes du Néolithique ont exploité les ressources en terre proches de leur habitat. La caractérisation des sols et des formations superficielles disponibles au cours du Néolithique pose néanmoins le problème de la représentativité des sols et des formations superficielles contemporains de ceux qui ont pu exister plus de 7 000 ans auparavant. L'étude géomorphologique est donc un préalable indispensable afin de déterminer le potentiel d'évolution morpho-pédologique de l'espace étudié. Dans le cas présent, elle révèle la stabilité d'ensemble des principales unités morpho-pédologiques. Malgré une érosion des profils pédologiques attestées par des dépôts corrélatifs à partir de l'âge du Bronze (Lespez *et al.*, 2001), les sols très minces et carbonatés développés sur les marbres (rendosols et lithosols) qui caractérisent aujourd'hui les premières pentes raides des Monts de Lékani n'ont jamais

mais les quantités trop importantes nécessaires à cette expérimentation ont rendu impossible leur utilisation.

10. Ce référentiel a été établi en s'inspirant des « abaques » utilisés par les pétrographes pour étalonner la quantité de tel ou tel minéral présent sur une lame mince. Au cours de nos expérimentations, quatre volumes de terre à bâtir dont les proportions de dégraissant végétal étaient connues, ont été confectionnés. Ils correspondaient respectivement à environ 56 %, 38 %, 24 % et 17 % de dégraissant végétal pour un volume de terre. Après avoir brûlé un échantillon de chaque, un dessin des vacuoles formées par les empreintes des fibres végétales a été réalisé puis comparé aux fragments de voûtes archéologiques afin d'en estimer la proportion de fibres (Comm. orale S. Martinez).

dû être beaucoup plus épais. L'approfondissement des profils de ces sols très pierreux est contraint par la valeur de la pente et leur teneur en carbonate. En revanche, les sols bruns limono-sableux plus ou moins pierreux développés sur les micaschistes et les gneiss ont pu avoir des profils plus épais (>50 cm) parfois marqués par un début de lessivage. La grande stabilité des cônes de déjection de piémont, sur lesquels s'est établi le site, est avérée depuis la dernière période froide au moins (Lespez et Dalongeville, 1998). Ils sont caractérisés par une catena de sols qui, d'amont en aval, possèdent une texture de plus en plus fine. On passe ainsi des sols caillouteux développés sur les parties apicales des cônes détritiques du Pléistocène à des sols bruns plus épais, lessivés et rubéfiés marqués par des horizons d'accumulation de carbonates favorables à l'apparition de nodules diffus ou plus indurés. Il est possible que sous le climat plus humide qui caractérisait le Néolithique à l'échelle régionale (Lespez, 2008b), les processus de lessivage des carbonates aient été plus actifs qu'aujourd'hui favorisant la décarbonatation des horizons supérieurs des sols en particulier vers l'aval où la pierrosité du sol est faible. Enfin, l'extension des milieux humides était proche de l'actuel. Le fond marécageux du petit vallon, alimenté par une grosse exsurgence localisée juste au nord du site, fut alors caractérisé par des sols hydromorphes, carbonatés, peu évolués et plus ou moins organiques. Les terrains humides du marais de Philippes situés à quelques centaines de mètres au sud de l'habitat néolithique ont eux toujours porté des sols tourbeux.

Dans ce contexte, l'échantillonnage a été concentré sur les sols et formations superficielles de cônes de déjection environnant l'habitat et sur les milieux humides avoisinant qui semblaient les plus susceptibles de fournir des ressources de qualité variée à une distance raisonnable de l'habitat. Les échantillons ont été prélevés en coupe dans les profils contemporains mais également sur du matériel issu de quatre carottages et de sondages afin d'atteindre des paléosols et des formations superficielles qui pouvaient avoir été exploitées par les populations néolithiques (fig. 1 et tab. 2a et b).

4. RÉSULTATS DE L'ANALYSE MICROMORPHOLOGIQUE

Les échantillons de soles et voûtes archéologiques

Les soles de fours et foyers (tableau 3 et fig. 7)

Les onze échantillons de soles de foyer ou de four analysés possèdent tous deux à trois unités microstratigraphiques : l'unité supérieure, qui n'est pas toujours présente, est une unité carbonatée constituée de micrite correspondant probablement à un reste de cendres (fig. 7d). Aux échelles macros-

copiques, cette unité se présentait comme une très fine couche superficielle blanchâtre. Les deux unités inférieures correspondent, quant à elles, au matériel sédimentaire proprement dit et se différencient par leur couleur, allant du brun foncé au rouge, sans doute due à l'impact de la cuisson.

Le sédiment utilisé pour fabriquer ces soles est toujours le même, de texture grossière avec une fraction sableuse hétérométrique souvent supérieure à 60 % de l'ensemble du matériel allant souvent jusqu'à contenir des graviers (fig. 7a, b et c). La masse fine est la plupart du temps carbonatée. Seuls deux échantillons apparaissent clairement décarbonatés, mais proviennent de la même sole (four 400). Le sédiment comporte des particules opaques, mais jamais de fibres végétales.

Tous les fragments de soles possèdent une microstructure très massive avec de rares vides (fig. 7a et 7b). On note cependant, de nombreuses fissures subhorizontales fines dans les échantillons de sole des structures 600 et 642 (fig. 7c), tandis que les échantillons issus de l'hourdage du four 400 présentent de nombreux vides composés de grandes cavités de forme polyconcaves.

Les parois des voûtes de fours (tableau 4 et fig. 8)

Les trois fragments analysés, dont deux appartenant au four 600, présentent chacun, deux unités de couleur différente, allant du brun clair au brun rouge, probablement liées à l'exposition à la chaleur. Leur texture argilo-limoneuse à limono-argileuse est particulièrement fine au regard des fragments de soles analysés (fig. 8a). On note seulement la présence de quelques sables grossiers composés de quartz polycristallin et pour l'échantillon du four 614 quelques fragments sableux de marbre très altérés (fig. 8c). Quelques paillettes micacées et de rares papules¹¹ d'argiles hyalines entrent aussi dans la composition de ces fragments. Dans les trois lames analysées, la masse basale est décarbonatée ; les rares traits carbonatés observés dans l'échantillon issu du four 614 correspondent à des carbonatations secondaires formés par des processus pédologiques post-enfouissement des vestiges archéologiques. Il s'agit d'hyporevêtements carbonatés et de cristaux de calcite de forme aciculaire observés dans certains vides d'origine biologique. Les premiers sont liés à des processus physico-chimiques de redistribution des carbonates contenus dans les eaux de circulation, tandis que les seconds proviennent de l'activité fongique qui se développe aux dépens des racines végétales mortes (Verrecchia, 2002). Ces échantillons et surtout le fragment de la voûte 614 présentent tous de nombreux agrégats résiduels subarrondis qui n'ont pas été mélangés au reste du matériel (fig. 8b).

11. Fragments de revêtements argileux d'horizon illuvial de luvisol.

Type	Localisation	Description macroscopique	Caractères structuraux	Texture	Pédrographie	Traits carbonatés	Traits ferrugineux	Matière organique	Constituants anthropiques	Interprétation
DKT 31	Kinidès, terre des Yayas	Argile sableuse rouge	Microstructure polyédrique	Texture: Fine Sables très fins et limons grossiers, éléments plus grossiers épars Revêtements hyalins et intercalations d'argile hyalines	Quartz très dominants Muscovites	Nodules de micrites remaniés (100 à 200 µm)	Imprégnations ferrugineuses et nodules			Horizon d'illuviation Bt d'un sol brun rubéfié
DKT 33	Cône de déjection de Krimidès	Sédiment argileux rouge, Bt d'un sol rubéfié	Microstructure grumeleuse Beaucoup de chenaux Sous-structure fissurale,	Texture: sable fin argileux Limons grossiers et sables fins dominants. Sables moyens Revêtements argilo-limoneux rouges rubéfiés (granostratiation) Illuviations de texture grossière	Quartz Peu de mica Fragments de micachistes Pas de marbres Anguleux à subanguleux	Décarbonaté	Concrétions ferrugineuses		Bt	
19-09/06	S2, cône amont de DKT (50-73 cm)	Sédiment brun foncé à petits agrégats	Microstructure polyédrique moyennement développée Nombreux vides en chenaux	Texture: Masse basale fine argilo-limoneuse Sables fins et moyens très fréquents Sables grossiers à Gravières	Quartz et marbres Beaucoup de paillotte de mica Souvent émoussés parfois subanguleux	Nodules micritiques Pas de trait carbonaté associé aux vides	Concrétions ferrugineuses	La masse basale est microponctué de particules opaques. Amas organiques Fibres végétales		
21-09/06	S2, cône amont de DKT (100-130 cm)	Sédiment limoneux brun ocre	Microstructure massive Quelques chenaux et cavités fermées	Texture: Masse basale fine argilo-limoneuse carbonatée Sables fins et moyens très fréquents et nombreux Sables grossiers à Gravières Quelques traces d'illuviation limono-argileuses poussiéreuses le long de certains vides	Quartz et marbres Beaucoup de paillotte de mica Souvent émoussés parfois subanguleux	Nodules micritiques Masse basale imprégnée de micrite Micritisation associée aux vides	Concrétions ferrugineuses	La masse basale est microponctué de particules opaques.	Bea	
23-09/06	S2, cône amont de DKT (170-190 cm)	Sédiment limoneux détritique	Microstructure massive Quelques chenaux et beaucoup de cavités fermées	Texture : sablo-argilo-limoneuse Sables : 40 à 50 % Sables fins et moyens très fréquents et nombreux Sables grossiers à Gravières	Quartz et marbres Beaucoup de paillotte de mica Souvent émoussés parfois subanguleux	Quelques nodules micritiques Imprégnation d'ensemble et des vides moins marqués que l'échantillon 21	Concrétions ferrugineuses	La masse basale est microponctué de particules opaques.		Sédiment détritique
24-09/06	S2, cône amont de DKT (212-230 cm)	Limons brun ocre à sables grossiers	Microstructure massive Quelques chenaux et beaucoup de cavités fermées certaines polyconques granostratiation	Texture : sablo-argilo-limoneuse Sables : 20 % Sables fins et moyens très fréquents et nombreux Sables grossiers à Gravières	Quartz et marbres souvent altérés Beaucoup de paillotte de mica	Matériel carbonaté : nodules micritiques et imprégnation d'ensemble et des vides	Concrétions ferrugineuses	La masse basale est microponctué de particules opaques.		Sédiment détritiquement régulièrement engorgé

Type	Localisation	Description macroscopique	Caractères structuraux	Texture	Pétrographie	Traits carbonatés	Traits ferrugineux	Matière organique	Constituants anthropiques	Interprétation
Polystylo/00	Sol marge du marais	Sol limono-argileux gris noir	Microstructure grumeleuse moyennement développée Très nombreuses cavités polycon-caves	Surtout limons fins et grossiers à sables fins Sables moyens épars	Grains de marbres et quartz épars Bioclastes émoussés		Imprégnations ferrugineuses	Masse basale poussiéreuse Matière organique humifiée abondante		Horizon superficiel humifère de marge de marais (décarbonaté) et régulièrement engorgé
23/00	Marge du marais (S23-22 : 100 cm)	Limon brun clair grisâtre	Microstructure compacte Cavités polycon-caves	Texture : fine Sables moyens Agréats remaniés	Marbres et quartz	Très carbonaté Masse basale micritique Hyporevêtements et revêtements micritiques			Bca	Bca
22/00	Marge du marais (S23-22 : 150 cm)	Limon brun clair grisâtre à sables grossiers	Microstructure compacte Cavités fermées	Texture : Sables fins et moyens	Quartz, mica-chistes, quelques paillettes de mica	Matériel peu carbonaté mais comportant des nodules micritiques	Concrétions ferrugineuses	La masse basale est micropo-nc-tuée de particules opaques. Charbons et matière organique		Sédiment peu pédo-généisé régulièrement engorgé. Limos de débordements
24/00	Marge du marais (S24-25 : 60 cm)	Gyrta à macrorestes	Microstructure compacte Vides en chenaux et chambres	Texture : Limos grossiers dominants Sables fins	Quartz, un gros mica, un marbre	Nodules micritiques Dissolution des marbres Microsparite et sparite dans les vides Imprégnation de la masse basale discontinue		Beaucoup de particules noires et de fibres végétales		Sédiment palustres régulièrement engorgés qui fonctionnent comme un Bca
25/00	Marge du marais (S24-25 : 120 cm)	Limon brun gris foncé à tâche ocre	Microstructure massive Quelques cavités avec fibres végétales	Texture: Limos fins et grossiers Sables fins avec sables grossiers épars	Quartz, mica-chistes	Masse basale micritisée de manière discontinue Hyporevêtements micritiques			Paléosol?	Paléosol?
7-09/06	Vallon de DKT S1 : 101-105 cm)	Limon argileux gris à sables grossiers et petits gravillons	Microstructure massive Rares chenaux et cavités polycon-caves	Texture: masse basale fine argilo-limoneuse 30 à 40 % de sables fins et nombreux Sables moyens à grossiers Agréats allochtones	Quartz et marbres paillettes de mica	Matériel carbonaté : boue micritique Nodules de micrites Parfois micritisation des vides	Concrétions ferrugineuses	La masse basale est micropo-nc-tuée de particules opaques		Sédiment détritique régulièrement engorgé
11-09/06	Vallon de DKT (S1 : 162-200 cm)	Sable fins gris	Microstructure massive Quelques cavités fermées	Texture: sédiment très hétérogène 40 % de sables : sables fins et moyens très fréquents et quelques éléments grossiers (jusqu'à 10 mm)	Marbres, quartz, feldspath, paillettes de mica, beaucoup de bioclastes et concrétions carbonatées remaniées Grains peu ou pas altérés	Matériel très carbonaté : imprégnation d'ensemble, nodules de micrites, précipitations secondaires micritiques et fréquemment sparitiques dans les vides	Concrétions ferrugineuses	La masse basale est micropo-nc-tuée de particules opaques Macrorestes végétaux		Sédiment détritique régulièrement engorgé
14-09/06	Vallon de DKT (S1 : 235-277 cm)	Argile gris bleu à sable fins blancs	Microstructure massive Quelques fissures et chenaux	Texture: argilo-limoneuse 10 % de sables : sables très fins	Quartz, paillettes de mica, bioclastes et concrétions carbonatées remaniées	Matériel très carbonaté : imprégnation d'ensemble, nodules de micrites, précipitations secondaires micritiques et fréquemment sparitiques dans les vides		La masse basale est micropo-nc-tuée de particules opaques		Sédiment très carbonaté Mobilité des carbonates en milieu vadose
17-09/06	Vallon de DKT (S1 : 285-295 cm)	Argile gris bleu à sable fins	Microstructure massive	Texture : argilo-limoneuse 30 % de sables : sables très fins très homogéné- triques	Quartz, très nombreuses paillettes de mica, bioclastes	Matériel très carbonaté : boue micritique et nodules « digérés » dans la masse basale		La masse basale est micropo-nc-tuée de particules opaques		Sédiment très carbonaté D'origine palustre voir lacustre?

Tableau 2 : Descriptif synthétique des échantillons de sols et de formations superficielles analysés : 2a, Les échantillons prélevés sur les cônes de déjection ; 2b, les échantillons prélevés dans le fond du vallon et les zones humides.

Table 2: Synthetic characterization of the samples of soils and superficial deposits: 2a, samples on alluvial fans; 2b, samples in the dale and the wetlands.

Type	Unités	Caractères structuraux	Masses basales	Texture	Pétrographie	Traits carbonatés	Traits ferrugineux	Matière organique	Constituants Anthropiques	Degré de malaxage	Degré de compaction	Autres
Sole four 614 Ech. 15	2 unités - U1 : micrite (cendres?) - U2 : sédiment	Massif. Peu de vides Rares petites cavités fermées et vésicules. Quelques chenaux.	U2 : brun orange à jaune orangé, carbonatée	Texture sablo-limoneuse Quelques papules Sables > 60 %, limons (10-20 %), sables fins (20-30 %), sables grossiers (20-30 %), graviers (20 %)	Quartz Marbres Micaschistes Muscovites Emoussés	Vides remplis de micrite (taphomiques) Altération différentielle des marbres Nodules micritiques			Absents	Fort Absence d'agregat résiduel Granostriation	Matériau très compacté	Ajout de sables? Nombreux éléments grossiers subémoussés d'origine fluviale?
Sole four 600 Ech. 18	2 unités - U1 : micrite (cendres?) - U2 : sédiment	Massif. Peu de vides Rares cavités fermées, nombreuses petites fissures d'orientation subhorizontale (U3)	U2 : rouge orange à brun jaunâtre, carbonatée	Texture sablo-limoneuse Sables > 60 %, limons (10-20 %), sables très fins (10-20 %), sables grossiers (20-30 %), sables très grossiers (20 %), graviers (5 %)	Quartz Marbres Micaschistes Muscovites Feldspaths Subémoussés	Gros nodules micritiques Marbres altérés Cavités partiellement remplies de calcite, Hyporevêtement	Impregnation ferrugineuse de certains vides	Particules opaques	Absents	Fort Absence d'agregat résiduel	La fissuration témoigne peut-être d'une forte compaction dans un état trop humide, avant la dessiccation du matériau	Matériau prélevé dans un Bca. Ajout de sables? Nombreux éléments grossiers subémoussés d'origine fluviale?
Sole foyer 828 Ech. 84	2 unités - U1 : micrite (cendres?) - U2 : sédiment	Massif. Peu de vides Cavités éparées Petites fissures d'orientation subhorizontales dans la partie supérieure du matériau	U2 : brun rouge à brun orange clair, carbonatée	Texture sablo-limoneuse argileuse Limons (10 %), sables fins, (20 %), sables grossiers (20 %), sables très grossiers (10 à 20 %)	Quartz Micaschistes Marbres Gneiss Micas éparés Subémoussés	Gros nodules micritiques Hyporevêtement Marbres altérés. Cavités partiellement remplies de calcite	Impregnation ferrugineuse	Particules opaques	Absents	Fort Matériau très homogène.	La fissuration témoigne peut-être d'une forte compaction dans un état trop humide, avant la dessiccation du matériau	Matériau prélevé dans un Bca. Ajout de sables? Nombreux éléments grossiers subémoussés d'origine fluviale?
Sole de foyer 851 Ech. 14	2 unités - U1 : micrite (cendres?) - U2 : sédiment	Massif. Peu de vides Rares petites cavités fermées, fissures éparées.	U2 : brun orange à rouge plus foncé, carbonatée	Texture sablo-limoneuse argileuse Limons (10 %), sables fins (20-30 %), sables grossiers (20-30 %), sables très grossiers (10 à 20 %)	Quartz Marbres Muscovites Micaschistes Gneiss Bioclastes Grès Subémoussés	Vides remplis de micrite (taphomiques) Altération différentielle des marbres	Impregnations ferrugineuses Et nodules		Absents	Moyen Agregat résiduel de texture plus fine à la base	Matériau très compacté	
Sole four / foyer 800 Ech. 12	1 unité	Massif. Peu de vides Quelques cavités fermées, une fissure d'orientation subhorizontale au sommet	Brun foncé à brun rouge, carbonatée	Texture sablo-limoneuse Sables moyens (10-20 %), sables fins (10 %), grains grossiers	Quartz Marbres Subémoussés à Emoussés	Impregnations micritiques	Ponctions et tâches ferrugineuses		Absents	Fort Absence d'agregat résiduel	Matériau très compacté	
Sole four ou foyer 800 Ech. 85	2 unités - U1 : micrite (Cendres?) - U2 : sédiment	Massif. Peu de vides Quelques cavités fermées et vésicules	U2 : Rouge orangé, carbonatée	Texture sablo-limoneuse Sables fins (20 %), sables très fins (10 %), grains grossiers	Quartz Feldspaths Marbres	Impregnations micritiques en relation avec les vides			Absents	Fort Absence d'agregat résiduel	Matériau très compacté	

Sole four ou foyer 642 Ech. 09	2 unités - U1 : Micrite (Cendres?) - U2 : sédiment	Vides assez nombreux Fissures sub- horizontales, vésicules et petites cavités fermées	U2 : Brun à brun foncé au sommet, carbonatée	Texture sablo-limo- neuse Sables moyens (10- 20 %), grains grossiers	Quartz Marbres Feldspaths	Masse basale imprégnée parfois très fortement	Très ferrugi- neux	Absents	Fort Matériau très homogène.	Fort Matériau très homogène.	Fort Matériau très homogène et granostrié	Fort Matériau très homogène	Fort Matériau très homogène	Fort Matériau très homogène	La fissuration témoigne peut- être d'une forte compaction dans un état trop humide, avant la des- siccation du matériau
Sole four ou foyer 801 Ech. 13	2 unités - U1 : micrite (cendres?) - U2 : sédiment	Massif. Peu de vides Quelques cavités et vésicules, un chenal vertical et un vide de dissolution	U2 : brun à brun sombre au sommet, plus ou moins carbonatée	Texture sablo-limo- neuse Limons grossiers – sables fins (10-20 %), sables fins à moyens (20 à 30 %), grains grossiers	Quartz Micaschistes Paillettes de Quartz Quelques marbres dont 1 caillou	Masse basale imprégnée de manière discon- tinue Altération des grains de marbres	Absents	Absents	Fort Matériau très homogène.	Fort Matériau très homogène.	Fort Matériau très homogène et granostrié	Fort Matériau très homogène	Fort Matériau très homogène	Fort Matériau très homogène	
Sole four ou foyer 639 Ech. 20	1 unité	Massif. Peu de vides Quelques cavi- tés et vésicules, un chenel vertical	Brun à brun rouge orangé, brun noir au sommet, carbonatée	Texture sablo-limo- neuse Limons grossiers (20 %) Sables fins à moyens (20 à 30 %), grains grossiers	Quartz Marbres Feldspaths Emoussés	Nodules micri- tiques	Absents	Absents	Fort Matériau très homogène et granostrié	Fort Matériau très homogène et granostrié	Fort Matériau très homogène et granostrié	Fort Matériau très homogène	Fort Matériau très homogène	Fort Matériau très homogène	
Sole foyer 645 Ech. 08	1 unité	Massif. Peu de vides Quelques fissures	Brun, de plus en plus foncée vers le sommet, carbonatée	Texture sablo-limo- neuse Limons grossiers et sables fins (20 à 30 %), sables moyens à très grossiers (30 %)	Marbres Quartz Micaschistes altérés Emoussés	Nodules micri- tiques (100-200 µm)	Quelques particules opaques	Absents	Fort Matériau très homogène	Fort Matériau très homogène					
Sole four 400 Ech. 19	2 unités - U1 : Micrite (Cendres?) - U2 : sédiment	Massif. Peu de vides Quelques fis- sures et petites cavités.	U2 : Brun orangé à brun noir au som- met, sommet imprégné de micrite	Texture sablo-limo- neuse Limons grossiers (5 à 10 %), sables fins (20 %), sables moyens, (20 à 30 %), grains grossiers (6mm)	Quartz Marbres Feldspaths Biotites très altérées Subanguleux à Emoussés	Imprégnation micritique du sommet de U2, sinon matériel décarbonaté	Absents	Absents	Fort Matériau très homogène	Fort Matériau très homogène					
Hourdage four 400 Ech. 11	1 unité	Beaucoup de vides dont de grandes cavités polyconcaves	U2 : brun clair à brun rouge au sommet, décarbonatée	Texture sablo-limo- neuse Sables moyens (20 à 30 %), grains grossiers	Marbres Quartz Micaschistes altérés	Masse basale décarbonatée	Quelques particules opaques	Absents	Faible Matériau hété- rogène moins bien travaillé	Moyennement compacté					
Hourdage four 400 Ech. 10	1 unité	Vides assez nombreux Cavités fermées plus ou moins allongées ou polyconcaves Quelques vésicules	Brun clair, carbonatée	Texture sablo-limo- neuse Sables grossiers (20 à 30 %), grains grossiers	Marbres Quartz Micaschistes Feldspath très altéré Subanguleux à émoussés	Masse basale imprégnée de manière discon- tinue Gros nodules micritiques MARBRES altérés Hyporevete- ments	Masse fine poussièreuse	Absents	Moyen Beaucoup plus de vide	Moyennement compacté					

Tableau 3 : Descriptif synthétique des échantillons de soles archéologiques analysés.

Table 3: Synthesized descriptions of the samples of baked clay floors from the archaeological combustion structures analyzed.

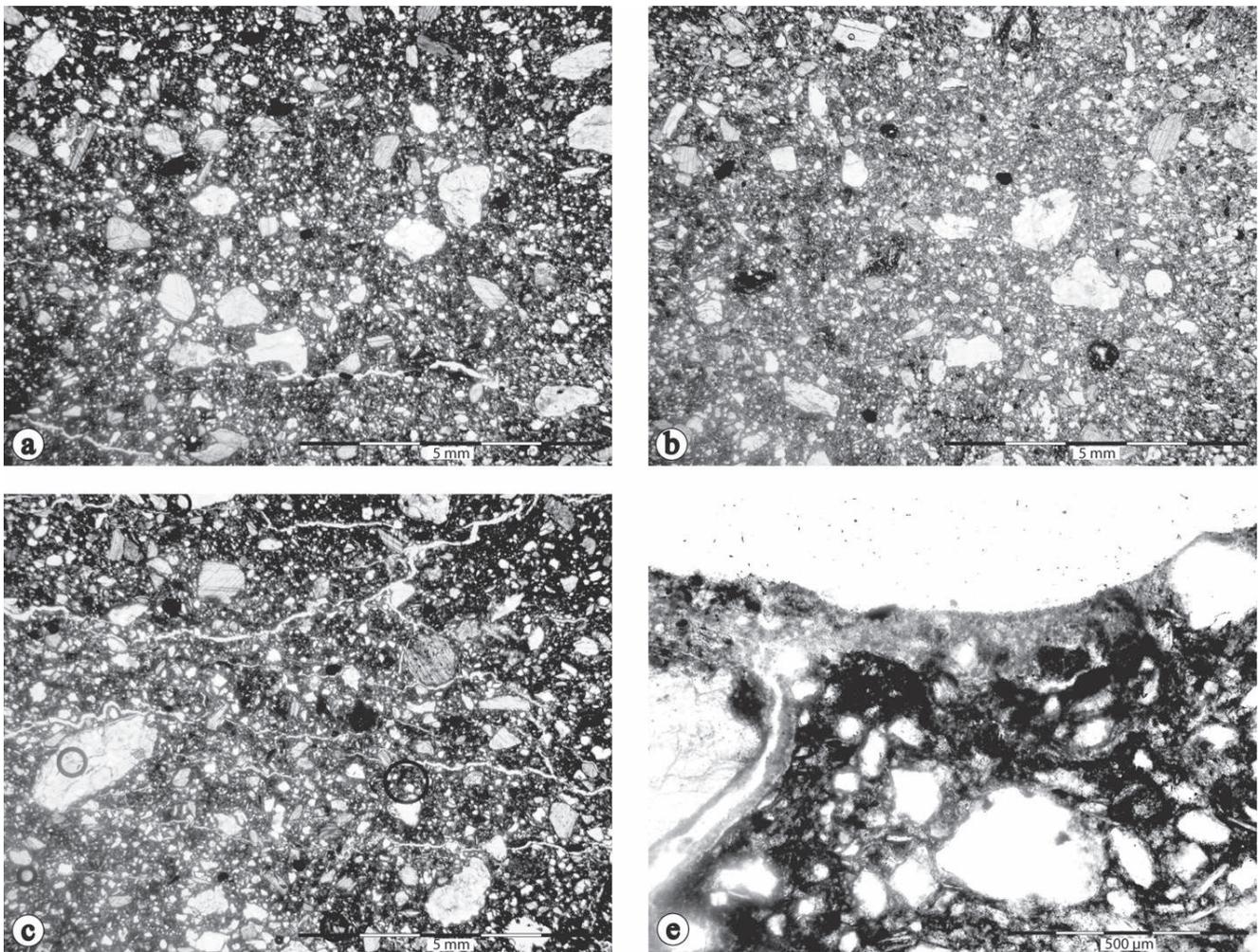


Figure 7 : Lames minces des soles des structures de combustion de Dikili Tash (Photo C. Germain-Vallée) : Photos a (sole foyer 828, éch. n° 84); b (sole foyer 851, éch. n° 14) et c (sole four 600, éch. n° 18). Ces clichés montrent la nature très homogène de la terre à bâtir utilisée pour la fabrication des soles ainsi que le fort compactage dont elles ont fait l'objet : les vides y sont rares sauf dans la sole du four 600 (photo c) qui présente de nombreuses fines fissures subhorizontales. Photo d, Vue du sommet de la sole du four 600 (éch. n° 18) : la présence d'une fine couche gris clair constituée de carbonates micritiques pourrait correspondre à un reste de cendre.

Figure 7: Thin sections of the baked clay floors from the combustion structures at Dikili Tash (Photo C. Germain-Vallée): Photo a (hearth floor 828, sample n° 84); b (hearth floor 851, sample n° 14) and c (oven floor 600, sample n° 18). These pictures show the very homogenous nature of the construction earth used to build the floors. They also show a high level of compression: voids are rare except in the floor of the oven 600 (photo c) which presents numerous sub horizontal hairline fissures. Photo d, View of the top/surface of the floor of the oven 600 (sample n° 18): the presence of a thin pale grey layer made up of micritic carbonates could correspond to the remains of ashes.

Comme cela a été observé macroscopiquement (Martinez, 1996), la caractéristique majeure de ces fragments est l'importance des ajouts en fibres végétales. Le fragment issu du four 614 est celui qui en contient le plus, puisque les fibres végétales constituent approximativement 50 % du matériau (fig. 8a). Dans les fragments du four 600, elles sont disposées aléatoirement et sont inégalement réparties dans la masse basale, contrairement à l'échantillon du four 614 où elles sont orientées sub-parallèlement et dessinent dans leur glo-

balité un arc de cercle. Dans cet échantillon, elles semblent former quatre couches successives séparées par de larges fissures courbées. Les fibres végétales s'observent dans les nombreux vides fins et allongés qui forment l'essentielle de la porosité de ces échantillons sous la forme de phytolithes en assez bon état de conservation dont la longueur varie de 2 à 4 mm et la largeur de 50 à 100 µm (fig. 8d). Dans le fragment du four 614, elles ont été identifiées comme étant des éléments caractéristiques de glume de céréales domesti-

Type	Unités	Caractères structuraux	Masse basale	Texture	Péetrographie	Traits carbonatés	Traits ferrugineux	Matière organique	Constituants anthropiques	Degré de malaxage	Autres
Voûte de four 614 (angle) Ech 16	1 unité	Beaucoup de vides Vides fins et allongés, subparallèles, Cavités Chenaux	Brun clair à brun rouge, décarbonatée	Texture argilo-limoneuse Limons grossiers (5 à 10 %), sables fins (5-10 %), sables grossiers (2 %)	Quartz Micas épars Rares Marbres	Décarbonaté Revêtements autour des vides et auréoles de dissolution autour des marbres (hy-porevêtements calcitiques) Aiguilles de calcites	Tâches d'imprégnation éparses	Fibres végétales d'un seul type (feuilles de graminées)	Absents	Fort, très homogène	Très fins et beaucoup de dégraissant végétal ; 6 couches fines séparées par fissures assez larges
Voûte de four 600 (angle) Ech 86	1 unité	Beaucoup de vides aléatoirement répartis Vides fins et allongés, avec fibres végétales Quelques vésicules, Nombreuses petites et grandes cavités	Brun clair à brun rouge, décarbonatée	Texture limono-argileuse Sables très fins (20 %), quelques sables grossiers	Quartz Micas épars	Décarbonaté	Tâches d'imprégnation éparses	Fibres végétales nombreuses à distribution aléatoire	Absents	Moyen Beaucoup de vides, hétérogène	Très fins et beaucoup de dégraissant végétal
Paroi four 600 (cul du four) Ech 17	1 unité	Fissures subverticales assez nombreuses Quelques vides vésiculaires et petites et grandes cavités Vides fins et allongés avec des fibres végétales	Brun clair à brun rouge, décarbonatée	Texture limono-argileuse Sables très fins (20 %), quelques sables grossiers	Quartz Micas épars	Décarbonaté	Tâches d'imprégnation éparses	Fibres végétales assez nombreuses à distribution aléatoire	Absents	Moyen	Fins et beaucoup de dégraissant végétal

Tableau 4 : Descriptif synthétique des échantillons de voûtes et paroi de four.

Table 4: Synthesized descriptions of the samples of oven walls and dome.

quées tels que le blé (*Triticum*) ou l'orge (*Hordeum*) (Ball et al., 1999; Piperno, 2006; Delhon, 2007). Dans les échantillons du four 600, la porosité est aussi constituée d'assez nombreuses petites fissures d'orientation sub-verticales d'un centimètre maximum de longueur, de cavités fermées parfois de grandes tailles (jusqu'à 1,5 cm de section) et de chenaux d'origine biologique (animale et végétale).

Les échantillons de la sole et de la voûte du four expérimental (tableau 5, fig. 9)

La sole expérimentale

Deux échantillons de soles du four expérimental ont été analysés. Le premier, (l'échantillon n° 89) provient du centre de la sole, le second (le n° 90) du fond du four. Dans chacun d'eux, la sole proprement dite se subdivise en deux unités microstratigraphiques se différenciant par leur couleur due à l'action de la chaleur : une unité supérieure peu épaisse, brun sombre à brun noir et une unité inférieure, brune à brun clair. Dans l'échantillon issu du centre de la sole, une troisième unité cendreuse micritique s'individualise au sommet du sédiment.

La texture de la terre à bâtir de cette sole expérimentale est sablo-limoneuse à sablo-argileuse (fig. 9a). Les éléments grossiers sont majoritairement des sables grossiers quartzeux

ajoutés à la terre du tell. On note également la présence de nodules ferrugineux, de quelques charbons et de micro fragments osseux. Enfin, de nombreux agrégats résiduels mal mélangés au reste du sédiment ont été observés.

Dans ces deux échantillons, la porosité est très développée. Il s'agit de nombreux vides en petites vésicules et en cavités de dimensions parfois importantes, de formes souvent polyconcaves.

La voûte expérimentale

Deux fragments de la voûte du four expérimental ont été étudiés en lame mince (fig. 9B). Le premier se situe au fond du four, le second provient du sommet de la voûte. Ils présentent tous les deux, deux unités microstratigraphiques de couleurs différentes liées à l'action de la chaleur. La texture sablo-limoneuse du sédiment est hétérogène; les éléments sont en effet inégalement répartis dans la masse fine carbonatée. Des agrégats très organiques, des microfragments osseux et quelques gros charbons ont été par ailleurs identifiés.

Les fibres végétales ajoutées au sédiment sont de tailles hétérométriques. Certaines sont associées à des vides fins et allongés comparables aux fragments archéologiques, d'autres sont de taille nettement plus grossière. Elles sont inégalement réparties dans le matériau, toutefois la constitution en boudin est perceptible dans le fragment issu du sommet de la voûte.

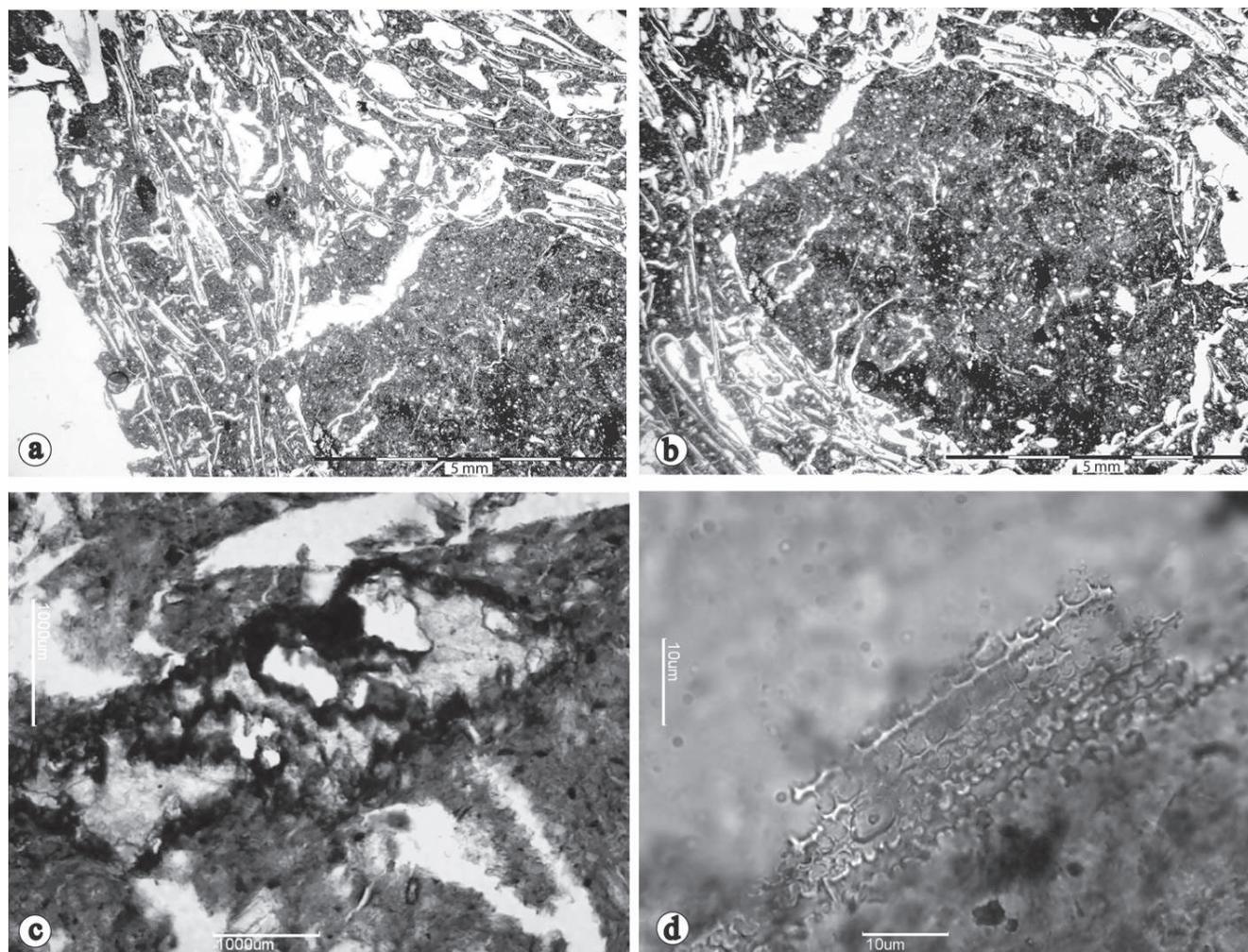


Figure 8 : Lames minces de terre à bâtir des parois/voûtes des fours de Dikili Tash (Photo C. Germain-Vallée) : Photo a, la voûte du four 614 (éch. n° 16) : ce cliché montre la nature très fine de la terre à bâtir de cette voûte ainsi que la très grande quantité de fibres végétales qui la composent, observées dans les vides fins et allongés d'orientation sub-parallèle. Photo b, Agrégat résiduel subarrondi dans la voûte du four 614 (éch. n° 16). Photo c, Grain de marbre très altéré dans la terre à bâtir de la voûte du four 614 (éch. n° 16). Photo d, Ensemble de phytolithes dendroformes et papilles caractéristiques de glumes de *Triticum* et d'*Hordeum* dans la terre à bâtir de la voûte du four 614 (éch. N° 16).

Figure 8: Thin sections of the construction earth forming the walls and dome of the Dikili Tash ovens (Photo C. Germain-Vallée): Photo a – The dome of oven 614 (sample n° 16). These pictures show the very fine nature of the construction earth used to build the dome of this oven and also the considerable quantity of vegetal fibres composing this earth, observed within the long, thin voids, presenting a sub parallel disposition. Photo b, A residual rounded aggregate within the dome of the oven 614 (sample n° 16). Photo c, An altered marble fragment within the construction earth of the dome from oven 614 (sample n° 16). Photo d, aggregation of dendroid and papillae phytoliths, characteristic of *Triticum* and *Hordeum* glumes within the construction earth of the dome from oven 614 (sample n° 16).

En dehors des vides liés aux fibres végétales, la porosité relativement importante de ces fragments de voûte comprend également de grandes cavités, des fissures subhorizontales et de nombreuses vésicules.

5. INTERPRÉTATION ET DISCUSSION

Les provenances de la terre des soles et des voûtes néolithiques

Que ce soit dans la terre à bâtir des soles ou dans celle des voûtes néolithiques, aucun élément d'origine anthro-

Type	Unités	Caractères structuraux	Texture	Pétrographie	Traits carbonatés	Traits ferrugineux	Matière organique	Constituants anthropiques	Degré de malaxage	Degré d'humidité	Autres
Voûte « cul du four » de four exp LM3-exp	2 unités - limite diffuse	Beaucoup de vides Vides fins et allongées Grandes cavités et vésicules	Texture hétérogène Sables très fins nombreux Sables fins et moyens épars Quelques grains grossiers	Quartz Quelques marbres Peu de micas (muscovite)	Carbonaté Nodules micritiques	Nodules ferrugineux	Gros charbons Agrégats organiques Fibres végétales sans organisation particulière	Présence	Moyen à fort	fort	Plus grossier que le matériel archéologique, moins riche en fibres végétale, Fibres végétales moins bien triées et pas d'organisation en boudin
Voûte « dessus » de four exp LM4-exp	2 unités - limite diffuse	Vides fins et allongées avec fibres végétales Grandes cavités et vésicules	Texture hétérogène et inégalement répartis Sables très fins et fins assez nombreux Quelques gros grains	Quartz Quelques marbres Peu de micas (muscovite) Bioclastes	Agrégats imprégnés de carbonate très fréquents Masse fine micritique Nodules micritiques	Nodules ferrugineux	Agrégats très organiques	Os	Moyen à fort		Très proche de LM3 exp mais constitution en boudin mieux perceptible

Tableau 5 : Descriptif synthétique des échantillons du four expérimental.

Table 5: Synthetic descriptions of the samples from the experimental oven.

pique n'a été révélé par l'observation micromorphologique. En revanche dans les échantillons expérimentaux fabriqués à partir de la terre du tell, des microfragments osseux, des agrégats organiques ou encore des particules charbonneuses ont été identifiés. Ces observations témoignent de l'utilisation par les Hommes du Néolithique, de sédiments issus de formations naturelles situées hors de la zone d'habitat. Étant donné la grande quantité nécessaire (environ 256 litres pour le four expérimental), cette terre, une fois extraite, était probablement transportée à proximité du lieu de construction de la structure pour y être préparée. Ceci confirme l'utilisation par les Néolithiques, des ressources naturelles proches de l'habitat.

L'analyse micromorphologique a démontré que deux types de terre ont été employés pour bâtir les structures de combustion selon qu'il s'agisse des soles ou des voûtes. Les soles sont composées d'un sédiment sablo-limoneux carbonaté, alors que les voûtes de four sont élaborées à partir d'un sédiment de texture fine décarbonaté. Pour les soles, les sédiments sablo-limoneux des cônes de déjection peuvent, sans problème, convenir. Tout au plus peut-on se demander s'il n'y a pas eu parfois un ajout de dégraissant minéral, mais, dans ce cas, ce dernier possède la même origine. Dans certaines soles, on relève l'absence de nodules micritiques, pourtant très présents dans les horizons de sol développés aujourd'hui dans les sédiments des cônes de déjection. Ces sols sont issus d'une longue évolution marquée par des périodes d'érosion et de troncature ainsi que par des apports colluviaux répétés

depuis l'âge du Bronze. En revanche, l'ambiance forestière qui prédominait sur les piémonts de la plaine de Drama jusqu'au Néolithique (Lespez *et al.*, 2001, 2008a) a dû favoriser la genèse de sols plus profonds et mieux décarbonatés. L'absence occasionnelle de nodule micritique pourrait ainsi s'expliquer par un prélèvement dans les horizons supérieurs de ces sols aujourd'hui tronqués.

Le matériel des voûtes de four est, quant à lui, fin et décarbonaté avec de rares fragments d'argiles hyalines. Aucun sédiment naturel échantillonné ne correspond intégralement à cette description. Les sédiments limoneux décarbonatés rubéfiés qui semblaient les plus proches ne peuvent convenir du fait de la faible quantité d'argile hyaline dans le matériel archéologique. Ainsi, le sédiment qui paraît le plus proche de celui des voûtes de fours néolithiques correspond aux sédiments limono-argileux décarbonatés que l'on peut trouver sur certains sols des parties médianes ou distales des cônes de déjection (par exemple l'échantillon DKT 33). Il faut cependant enlever la fraction la plus grossière (par tamisage ou décantation) sachant que le dégraissant est principalement constitué par des fibres de graminées.

Les techniques de mise en œuvre des structures de combustion néolithiques

Les techniques de mise en œuvre des soles

Trois caractéristiques micromorphologiques majeures définissent la terre des soles de four ou foyer néolithiques

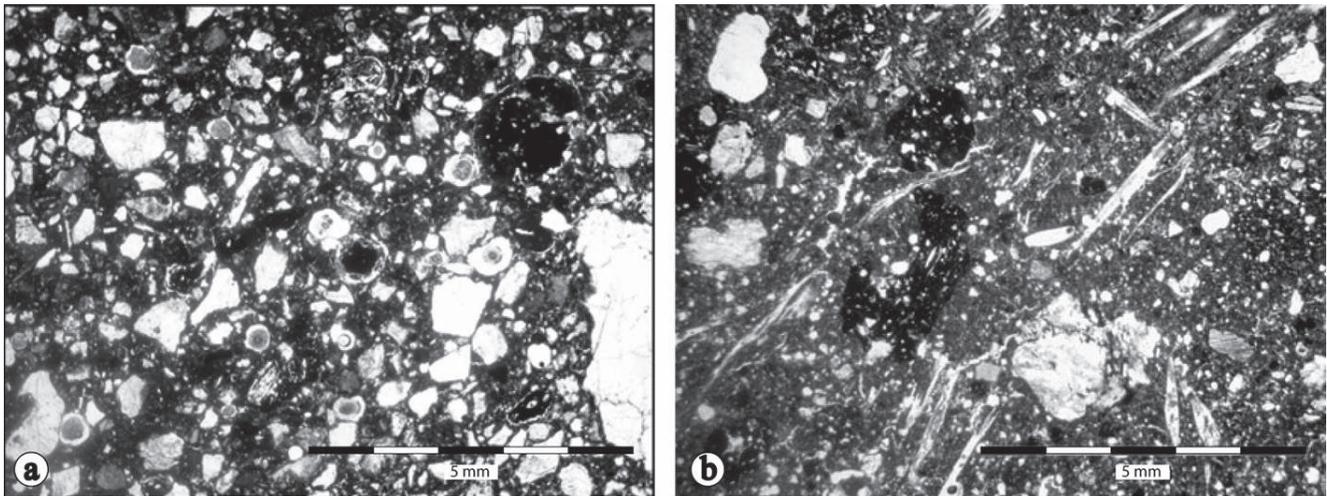


Figure 9 : Lames minces de terre à bâtir du four expérimental de Dikili Tash (Photo C. Germain-Vallée) : Photo a, Terre à bâtir de la sole expérimentale de texture sablo-limoneuse à sablo-argileuse. Photo b, Terre à bâtir de la voûte expérimentale de texture sablo-limoneuse. Deux agrégats arrondis très organiques et les fibres végétales sont visibles sur ce cliché.

Figure 9: Thin sections of construction earth from the experimental oven at Dikili Tash (Photo C. Germain-Vallée): Photo a, Sandy-silty to sandy-clayey textured construction earth from the experimental oven floor. Photo b, Sandy-silty textured construction earth from the experimental oven dome. Two very organic rounded aggregates and the vegetal fibres are visible in this picture.

de Dikili Tash. Il s'agit d'une part, d'un matériel de texture hétérogène où toutes les classes granulométriques sont représentées. D'autre part, ce matériel apparaît très bien malaxé comme le suggère la répartition très homogène de ces grains et l'absence ou la rareté des agrégats résiduels (Cammass, 2003 ; Watez, 2003 ; Hourani, 2003). Enfin, il est très massif avec une porosité quasi-nulle (rares petites cavités fermées). Ces caractéristiques s'opposent assez fortement à celles de la sole expérimentale qui, même si elle présente également une texture hétérogène, contient des sables essentiellement grossiers. En outre, cette sole expérimentale présente des agrégats résiduels et une porosité importante malgré un malaxage qui avait été volontairement poussé.

Les caractéristiques micromorphologiques des soles néolithiques de Dikili Tash témoignent d'une mise en œuvre élaborée visant, selon les termes des architectes bâtisseurs en terre crue d'aujourd'hui, à stabiliser la terre. La stabilisation est définie par un certain nombre de procédés permettant d'améliorer les caractéristiques de la terre afin qu'elle soit plus résistante aux sollicitations mécaniques, aux écarts importants de température ou encore, à l'action de l'eau (Houben et Guillaud, 1989). Cette terre apparaît en effet, très soigneusement malaxée (premier moyen de la stabiliser en redistribuant les grains ; Houben et Guillaud, 1989). Ce réarrangement des grains entre eux n'est possible qu'avec une teneur en eau idéale assurant une bonne lubrification des grains. Cette étape a probablement été réalisée avec une

terre dans un état plastique, dit de pâte ferme à mi-molle, c'est-à-dire avec une teneur en eau de 15 à 30 % (Houben et Guillaud, 1989).

Par ailleurs, la microstructure très massive de ces matériaux et la petite taille des vides suggèrent que cette terre ait été comprimée au moment, ou après son application. En effet, une terre même très bien malaxée à l'état humide contient des vides en vésicules correspondant à l'emprisonnement de bulles d'air (Cammass, 2003 ; Watez, 2003). Par ailleurs, les expérimentations ont montré, qu'un séchage lent de la sole était nécessaire pour éviter les fissures. Toutefois, l'analyse micromorphologique de la sole expérimentale révèle une porosité importante composée de vésicules, de grandes cavités et de fissures alors que, dans les soles néolithiques, aucune vésicule ni grande cavité n'ont été détectées. Nous supposons donc qu'après son application en couche, les Néolithiques ont fortement compacté la sole de leur four ou foyer. Cette action a pour effet de densifier la terre ainsi que d'évacuer un maximum d'air en réduisant les vides tout en les répartissant dans l'ensemble du matériau (Houben et Guillaud, 1989). Ce compactage est d'autant plus efficace que la texture de la terre utilisée par les Néolithiques, est qualifiée de parfaite par les architectes, spécialistes de la terre crue. Cette texture permet en effet, au moment du pétrissage, que les vides laissés entre chaque groupe de grains soient comblés par un autre groupe de grains quitte à rajouter au sédiment naturel la fraction granulométrique

manquante au moment du pétrissage. Comme la comparaison avec les échantillons naturels il est possible qu'une fraction de sables très grossiers et de graviers ait été parfois ajoutée au sédiment de certaines de ces soles. Enfin pour que ce compactage soit efficace, il faut qu'il soit réalisé avec une terre dans un état peu humide à humide, soit à un taux d'humidité de 4 à 18 % (Houben et Guillaud, 1989) donc probablement au fur et à mesure du séchage de la sole à l'aide d'un outil. Cela peut-être rapproché par exemple, de l'élaboration de la bauge, technique de fabrication de mur en terre crue dans le nord-ouest de la France, pour laquelle le compactage réalisé au bâton au cours du séchage, permet de réduire les fissures (Lebas *et al.*, 2007).

Parmi les échantillons archéologiques observés, seuls les fragments des soles 600 et 642, présentent de nombreuses fissures subhorizontales qui parcourent toute la largeur des fragments analysés. Leur formation liée à des contraintes mécaniques (Cammass, 2003; Wattez, 2003) témoignent peut-être de la pose dans un état plus humide de la terre utilisée pour fabriquer ces deux soles.

Technique de mise en œuvre des hourdages

Les fragments de hourdage du four 400 témoignent, quant à eux, du soin modéré apporté à leur construction. Ils apparaissent moins homogènes donc moins bien malaxés et présentent de nombreux vides de grande dimension. Cette mise en œuvre moins élaborée tient probablement au fait que les hourdages sont soumis à des contraintes moins importantes.

Techniques de mise en œuvre des voûtes de fours

Les caractères micromorphologiques dominants de la terre à bâtir des voûtes sont sa texture très fine et une quantité très importante de fibres végétales ajoutées. Comme pour les soles, la technique de mise en œuvre utilisée pour les voûtes témoigne d'une grande maîtrise du travail de la terre à bâtir par les Néolithiques de Dikili Tash. Une terre de texture très fine a été volontairement utilisée pour pouvoir y incorporer une quantité importante de fibres. La sélection d'horizons pédologiques argileux indique une connaissance approfondie des matières premières disponibles dans l'environnement proche. Compte tenu des observations menées sur les sols d'aujourd'hui, l'hypothèse d'une intervention additionnelle des hommes sur la texture du matériau naturel, par une étape préalable « d'épuration » des fragments grossiers, est aussi envisageable. Cette première étape a pu être effectuée par décantation des sédiments afin d'enlever la fraction grossière remplacée par un apport massif de fibres végétales. Dans la terre à bâtir de la voûte expérimentale, il n'a pas été possible d'ajouter une aussi grande quantité de fibres, en raison de la texture trop grossière du sédiment

et surtout du dégraissant végétal utilisé. L'ajout de fibres dans la terre, comme celui de dégraissant minéral, est un moyen de stabiliser le matériau en constituant une armature interne omnidirectionnelle (Houben et Guillaud, 1989). En formant une sorte d'ossature, les fibres végétales empêchent la fissuration au séchage, tout en l'accéléralant. L'ajout important de fibres a été d'autant plus nécessaire que cette terre des voûtes était de texture très fine et donc sujette à un fort retrait au séchage (Prévost-Dermarkar, 2003). La mauvaise répartition des fibres végétales repérées dans les deux fragments de parois du four 600, explique peut-être les nombreuses petites fissures observées dans ces fragments.

L'incorporation d'une telle quantité de fibres végétales semble exprimer le souhait de la part des Néolithiques d'obtenir une terre aux propriétés particulières permettant d'une part, de faciliter la construction de ce type voûte et d'autre part, d'optimiser le fonctionnement des fours domestiques. Un ajout important de fibres dans une terre à bâtir permet, en effet, d'améliorer ses propriétés isolantes tout en l'allégeant (Lebas *et al.*, 2007; Houben et Guillaud, 1989; Martinez, 1996). Ainsi les voûtes devaient favoriser le maintien d'une chaleur importante et constante à l'intérieur du four, tandis que le gain de légèreté était avantageux pour assurer la tenue du sommet des voûtes sans armature interne (Prévost-Dermarkar, 2003). Enfin, les fibres ont aussi l'avantage d'assurer une certaine cohésion de la matière facilitant son emploi pour le façonnage en colombins¹² (Lebas *et al.*, 2007).

Une fois le mélange du sédiment et des fibres réalisé, l'étape suivante consiste au façonnage des colombins pour le montage des parois et de la voûte du four. D'après les bâtisseurs en terre crue d'aujourd'hui et nos expérimentations, pour obtenir une terre façonnable en colombins, le mélange de fibres, d'eau et de terre doit être réalisé jusqu'à l'obtention d'une composition homogène, plastique, à l'état dit de pâte ferme c'est-à-dire avec une teneur en eau de 15 à 25 % (Houben et Guillaud, 1989).

Le fragment du four 614 apparaît être le matériel le mieux travaillé avec une répartition uniforme des fibres végétales dans l'ensemble de sa masse. On remarque l'organisation subparallèle des fibres en arc de cercle, sans doute due au fait que cet échantillon provient de l'angle du four. Trois fissures, relativement larges, courbes et subparallèles à l'organisation des vides de morphologie végétale, ont également été obser-

12. Cependant, comme il s'agit d'une terre à bâtir destinée à la construction de voûte de four, les combustions répétées en carbonisant le dégraissant végétal peuvent entraîner l'apparition de vides et de fissures dans le matériau qui se fragilise et perd de son efficacité thermique. Pour y remédier, des réfections par ajout d'une nouvelle couche de terre à bâtir ont pu être nécessaires.

vées suggérant la pose d'un matériel en couches successives, de quelques centimètres d'épaisseur. Ces observations corroborent les observations macroscopiques faites, quant aux montages des angles des parois de four.

6. SYNTHÈSE DES DIFFÉRENTES ÉTAPES DE PRÉPARATION ET DE CONSTRUCTION DES FOURS DE DIKILI TASH

Grâce aux expérimentations et aux analyses micromorphologiques des sédiments naturels, archéologiques et expérimentaux, nous avons pu retracer les différentes étapes de construction des fours domestiques néolithiques, tels que ceux mis au jour sur le tell de Dikili Tash. L'étape préalable consiste à rechercher et collecter les différentes matières premières (en particulier, la terre), étape apparue comme la plus longue de l'expérimentation. Les étapes suivantes, schématisées dans la figure 10, se succèdent ainsi :

– étapes 1 et 2 : creusement d'une fosse puis mise en place d'un soubassement en pierres.

– étape 3 : préparation de la terre à bâtir. Pour la sole : un malaxage aux pieds a été réalisé tout d'abord de la terre à sec pour l'émietter (ajout possible de dégraissant sableux dans certains cas), puis avec l'incorporation progressive de l'eau jusqu'à obtenir un matériau plastique. Dans le cas des expérimentations, ce malaxage a duré une vingtaine de minutes, mais nous pouvons supposer que les Néolithiques ont effectué cette opération sur un temps plus long, compte tenu de la qualité de la terre à bâtir utilisée. Pour la voûte : une fois, le sédiment épuré à la main, puis par décantation (?), il a probablement été séché et émiétté à sec d'où la présence de nombreux agrégats arrondis, ressemblant à des grumeaux. Il y a eu, ensuite, un mélange avec des fibres végétales (de la balle de céréales vêtues, engrain ou amidonnier, préalablement décortiquées à sec dans un mortier), puis incorporation progressive d'eau tout en mélangeant aux pieds. Ce foulage a été effectué jusqu'à l'obtention d'une pâte plastique



Figure 10 : Schéma des différentes étapes de construction d'un four domestique néolithique d'après l'étude des structures de combustion de Dikili Tash (dessin A. Cocollos).

Figure 10: The different stages of building a Neolithic domestic oven, based on the study of the Dikili Tash combustion structures (drawing by A. Cocollos).

suffisamment humide pour pouvoir modeler les colombins et les faire adhérer les uns aux autres.

– étapes 4 à 9 : construction du four en respectant des temps de séchage nécessaires pour obtenir une sole parfaitement compactée et lissée ainsi que pour réaliser le montage des colombins des parois et de la voûte du four. D'après les expérimentations, la construction d'un tel four s'est probablement étalée sur plusieurs jours.

7. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les observations faites sur les échantillons de Dikili Tash témoignent d'abord du grand soin apporté par les Hommes du Néolithique à la fabrication et à la mise en œuvre des soles et voûtes de four domestique. Ce soin s'exprime par une sélection rigoureuse et une préparation très poussée de la terre utilisée pour chacune des parties du four.

Les Néolithiques de Dikili Tash avaient donc développé une connaissance fine des matériaux dont ils disposaient. Si la terre choisie pour bâtir les soles présentait une granulométrie hétérogène sablo-limoneuse qui permettait de la compacter et d'obtenir ainsi un matériau très résistant aux écarts importants de température, la terre des voûtes, de texture très fine, a probablement été corrigée par purification, favorisant ainsi une incorporation très importante de fibres végétales. Cet ajout, en augmentant la cohésion de la terre et en l'allégeant, a certainement facilité la confection de colombins et ainsi le montage sans armature interne de la voûte. Cet apport a également eu pour effet d'améliorer les propriétés isolantes du matériau. Ainsi, est confirmée l'hypothèse selon laquelle, les choix des constructeurs se portaient non seulement sur la quantité, mais aussi sur la qualité du dégraissant végétal de la terre à bâtir. Un approfondissement de l'étude de ces dégraissants végétaux est donc nécessaire, pour compléter notre compréhension des techniques de construction néolithiques.

Par ailleurs, l'étude du matériel expérimental a permis une évaluation des expérimentations menées jusqu'à ce jour. Si nous avons considéré *a priori*, que l'on pouvait obtenir un résultat « assez satisfaisant » en recourant à des matières premières non sélectionnées soigneusement, les résultats montrent en fait que l'on ne peut fabriquer une structure de combustion avec n'importe quel matériau. Dans la perspective de nouvelles expérimentations, il faudra désormais sélectionner rigoureusement la provenance de la terre, tenir compte des modes de préparation et de mise en place du matériau terre à bâtir révélés dans le matériel archéologique par les analyses micromorphologiques.

Plus généralement, chaque opération de traitement de la terre à bâtir, révélée par les analyses et les expérimentations, n'est pas compliquée en elle-même, mais, la somme de toutes ces opérations montre un degré de complexité assez élevé. À ces choix techniques correspond un investissement en temps de travail important, comme le laissent entrevoir les expérimentations. Enfin, cette chaîne opératoire complexe a été respectée pour les 12 fragments de soles de foyers ou de fours analysés, témoignant d'un savoir-faire technique partagé et ce, peut-être sur une durée non négligeable. Cette recherche met ainsi en évidence la complexité, mais également une certaine standardisation des processus de production des structures de combustion du site de Dikili Tash et cela dès le Néolithique. Cette standardisation pourrait paraître assez contradictoire avec le mode de vie domestique du début du Néolithique récent. Mais, cette contradiction n'est en fait qu'apparente, car certains domaines, dont la signification sociale et symbolique sont très fortes, peuvent être l'objet d'un très grand investissement de la part du groupe (Malamidou *et al.*, 2006). Cela pourrait être le cas des fours domestiques, qui occupent une place centrale pour la maisonnée; à la fois source de lumière et de chaleur, ils jouent un rôle essentiel dans la préparation des aliments et structurent de façon décisive l'espace domestique (Roodenberg, 1999). Ainsi, la construction de fours domestiques, dans le contexte d'un habitat permanent, revêtirait une importance socio-culturelle primordiale pour le groupe.

Remerciements

Nous remercions vivement Annabelle Cocollos pour son dessin de restitution des étapes de construction des fours, Aline Garnier pour son aide à l'identification des phytolithes contenus dans la terre à bâtir de voûtes et Pascal Darque (UMR7041-Archéologies et Sciences de l'Antiquité CNRS) pour la coordination et la finalisation du projet PROSODIE, pour ses encouragements et pour ses relectures.

Bibliographie

- BALFET, H., FAUVET-BERTHELOT, M.-F. et MONZON, S., 1989. *Lexique et typologie des poteries*, Paris, Presses du CNRS.
- BALL, T. B., GARDNER J. S. et ANDERSON N., 1999. Identifying inflorescence phytoliths from selected species of wheat (*Triticum monococcum*, *T. Dicoccon*, *T. dicocoides*, and *T. aestivum*) and barley (*Hordeum vulgare* and *H. spontaneum*) (Gramineae). *American journal of botany* 86, (11), p. 1615-1623.

- BULLOCK, P., FEDOROFF, N., JONGUERIUS, A., STOOPS G., TURSINA T. et BABEL U., 1985. *Handbook for soil thin section*, Wolverhampton, Waine Research Publications.
- CAMMAS, C., 2003. L'architecture en terre crue à l'Âge du Fer et à l'époque romaine : apports de la discrimination micromorphologique des modes de mise en œuvre, in Guillaud H., Chazelles C.-A. de, Klein A. (dir.). *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, 1, Table Ronde de Montpellier*, Montpellier, Éditions de l'Espérou, p. 33-53.
- CAMMAS, C. et WATTEZ, J., 1999. Approche micromorphologique : Méthodes et applications aux stratigraphies archéologiques, in A. Ferdières (dir.). *La géologie, les sciences de la Terre*, Paris, Errance, 139-153.
- COURTY, M.-A., GOLDBERG, P. et MACPHAIL R.-I., 1989. *Soils and micromorphology in archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- COURTY, M.-A. et FEDOROFF, N., 2002. Micromorphologie des sols et des sédiments archéologiques. In J.-C. Miskovsky (dir.). *Géologie de la Préhistoire : méthodes, techniques, applications*, Paris, Géopré, p. 511-554.
- DE BEAUNE, S., 2000. *Pour une archéologie du geste-Broyer, moudre, piler. Des premiers chasseurs aux premiers agriculteurs*, Paris, CNRS Éditions.
- DELHON, 2007. Potentiel de l'analyse des phytolithes contenus dans les pâtes céramiques et les matériaux de construction. *Cahier des thèmes transversaux ArScAn*, volume 2, 2005-2006, p. 87-93.
- DESHAYES, J., 1974. Fours néolithiques de Dikili Tash. In *Mélanges helléniques offerts à Georges Daux*, Paris, Editions de Boccard, p. 67-91.
- DUVERNAY, T., 2003. La construction en terre crue : potentiel des restes en position secondaire. Le cas d'un site rural du Bassin Parisien, opération archéologique préventive de Ville-Saint-Jacques / Varennes-sur-Seine (Seine-et-Marne) in Guillaud H., Chazelles C.-A. de, Klein A. (dir.), *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, 1, Table Ronde de Montpellier*, Montpellier, Éditions de l'Espérou, p. 55-71.
- HOUBEN, H. et GUILLAUD, H., 1989. *Traité de construction en terre, L'encyclopédie de la construction en terre*, Marseille Parenthèses.
- HOURLANI, F., 2003. Les matériaux de construction en terre à Khirokitia (Chypre) : origines, techniques de préparation et emplois, in Guillaud H., Chazelles C.-A. de et Klein A. (dir.). *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, 1, Table Ronde de Montpellier*, Montpellier, Éditions de l'Espérou, p. 161-168.
- GUILLORÉ, P., 1980. *Méthode de fabrication mécanique et en série des lames minces*. Institut national agronomique, département des sols, Paris.
- KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI, H., TREUIL, R. et MALAMIDOU, D., 1996. Prehistoric settlement of Philippi-Dikili Tash : 10 years of excavations, *To Archaologiko Ergo stin Makedonia kai tin Thraki*, 10, p. 681-704.
- LEBAS, L., LACHERAY, C., PONTVIANNE C., SAVARY, X., SCHMIT, P. et STREIFF, F., 2007. *La terre crue en Basse-Normandie. De la matière à la manière de bâtir*. CRÉCET, Caen.
- LESPEZ, L., 2008a. L'évolution des paysages du Néolithique à la période ottomane dans la plaine de Philippos, in Koukouli-Chryssanthaki H. et Treuil R. (éd.). *Dikili Tash, un village préhistorique en Macédoine orientale 1*, Athènes, Société Archéologique d'Athènes et École Française d'Athènes, p. 21-394.
- LESPEZ, L., 2008b. L'environnement du Néolithique à l'Âge du Bronze, in Treuil R., Darcque P., Poursat J.-C. et Touchais G. (éd.). *Les civilisations égéennes du Néolithique à l'Âge du Bronze*. PUF, Nouvelle Cléo (2^e ed.), Paris, p. 13-30.
- LESPEZ, L., sous-presse. Territoires protohistoriques en Grèce du Nord, approche géographique et géoarchéologique, in Phillipakis G., Treuil R., *Archéologie du territoire de l'Égée au Sahara*, Paris, Publication de la Sorbonne, p. 99-111.
- LESPEZ, L. et DALONGEVILLE, R., 1998. Morphogenèse würmienne en Grèce du Nord: le piémont des montagnes de Lékani, *Géomorphologie, Relief, Processus, Environnement*, 4, p. 331-350.
- LESPEZ, L., DALONGEVILLE, R., NOIREL-SHUTZ, C., SUC, J.-P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI, H. et TREUIL, R., 2000. Les paléoenvironnements du site préhistorique de Dikili Tash (Macédoine orientale, Grèce), *Bulletin de Correspondance Hellénique*, 124, p. 413-434.
- MALAMIDOU, D., TSIRTSONI, Z., YIOUNI, P., LESPEZ, L., KILIKOGLU, V. et TSOULAKIDOU, A., 2006. Les poteries néolithiques à décor peint « noir sur rouge » en Grèce du Nord : matières premières et production, *Bulletin de Correspondance Hellénique*, 130, p. 571-611.
- MARTINEZ, S., 1996. *Les techniques de construction au néolithique dans la Grèce du Nord et les Balkans*, Mémoire de DEA, Université de Paris I, France.
- MOLIST, M., 1986. *Les structures de combustion au Proche-Orient néolithique (10 000-3 700 BC)*, Thèse de Doctorat, Université Lyon 2, France.
- PRÉVOST-DERMARKAR, S., 2002. Les foyers et les fours domestiques en Égée au Néolithique et à l'Âge du Bronze, *Civilisations*, 1-2, p. 223-237.
- PRÉVOST-DERMARKAR, S., 2003. Les fours néolithiques de Dikili Tash (Macédoine, Grèce) : une approche expérimentale des techniques de construction des voûtes en terre à bâtir, in Frère-Sautot M.-C. (éd.). *Le feu domestique et ses structures au Néolithique et aux Âges des métaux (Actes du colloque de Bourgen-Bresse et Beaune, 7-8 octobre 2000)*. Monique Mergoïl, Montagnac, p. 215-223.

- PAPADOPOULOU, E. et PRÉVOST-DERMARKAR, S., 2007.** Il n'y a pas de cuisine sans feu. Une approche des techniques culinaires au Néolithique et à l'Âge du Bronze Ancien à travers les structures de combustion en Grèce du Nord, in Mee C. et Renard J. (ed.), *Cooking up the Past, Food and culinary practices in the Neolithic and Bronze Age Aegean*, Oxford, Oxbow Books, p. 123-135.
- PIPERNO, D., 2006.** *Phytoliths: A Comprehensive Guide for Archaeologists and Paleocologists*, New York, AltaMira Press.
- ROODENBERG, J., 1999.** Ilipinar, an early farming village in the Iznik lake basin, in M. Özdoğan et N. Başgelen (ed.), *Neolithic in Turkey. The cradle of civilization*, Istanbul, Arkeoloji ve sanat yayınlari, p. 193-201.
- ROQUE, C., GUIBERT, P., VARTANIAN, E., BECHTEL, F., TREUIL, R., DARQUE, P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI, H. et MALAMIDOU, D., 2002.** The chronology of the neolithic sequence at Dikili Tash, Macedonia, Greece, TL dating of domestic ovens. *Archaeometry*, 44, (4), p. 613-633.
- TREUIL, R., 1992.** Dikili Tash, village préhistorique de Macédoine orientale: I. Fouilles de Jean Deshayes (1961-1975), vol. 1. *Bulletin de Correspondance Hellénique, Supplément*, XXIV, p. 193.
- TREUIL, R., 1997.** Dikili Tash à l'époque néolithique : un village dans la plaine de Drama. *Dossiers d'Archéologie*, 222, p. 18-25.
- VERRECCHIA, E.-P., 2002.** Géodynamique du carbonate de calcium à la surface des continents, in Miskovsky J.-C. (dir.), *Géologie de la Préhistoire : méthodes, techniques, applications*. Editions Géopré, Paris, p. 233-276.
- WATTEZ, J., 2003.** Caractérisation micromorphologique des matériaux façonnés en terre crue dans les habitats néolithiques du Sud de la France : exemple des sites de Jacques-Cœur (Montpellier, Hérault) du Jas del Biau (Millau, Aveyron) et de la Capoulière (Mauguio, Hérault), in Guillaud H., Chazelles C.-A. de et Klein A. (dir.), *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, 1, Table Ronde de Montpellier*, Montpellier, Éditions de l'Espérou, p. 21-31.